



Kangourou dell'Informatica 2012

Testi, soluzioni e commenti

Angelo Lissoni — Violetta Lonati — Dario Malchiodi
Mattia Monga — Anna Morpurgo — Mauro Torelli

Dip. di Scienze dell'Informazione
Dip. di Informatica e Comunicazione
Università degli Studi di Milano



In copertina: *Tobia Ravà, 1163 Stella Rossa 2011*

© 2012 — Edizioni Kangourou Italia
Via Cavallotti 153 — 20052 Monza
P.IVA: 02966820967 C.F: LSSNGL49D29F704W
Tutti i diritti riservati. ISBN: 978-88-89249-30-7

Sito: <http://www.kangourou.it>
E-mail: informatica@kangourou.it
Telefono: 346 77 45 077
Fax: 02 50 31 60 90

Prefazione

In questo libretto sono illustrati i quesiti proposti nella quarta edizione del Kangourou dell'Informatica, fase eliminatoria, che si è svolta il 21 marzo 2012. Il software con il quale i quesiti sono stati presentati ai concorrenti è scaricabile dal sito <http://kangourou.dsi.unimi.it/>. L'implementazione dei quesiti è dovuta interamente a Fabrizio Carimati, che vogliamo ringraziare per aver realizzato anche quest'anno un prodotto di qualità che ha reso la gara ancora più piacevole. La fase eliminatoria ha impegnato squadre di quattro persone. Il tempo a disposizione era di 50 minuti e durante la competizione era consentito servirsi di libri, appunti, ricerche in rete.

La gara era suddivisa in due categorie: "Medie" per gli studenti della scuola secondaria di primo grado e "Biennio" per gli studenti delle classi prima e seconda della scuola secondaria di secondo grado.

Il libretto, che fa seguito alle analoghe iniziative degli anni scorsi, si rivolge sia agli alunni, che abbiano o no partecipato alla gara, sia agli insegnanti, nell'intento di proporre qualche approfondimento e di rinnovare l'interesse e il divertimento suscitati dai quesiti e dalla gara.

I quesiti, così come riportati nelle due categorie di gara, sono presentati nella prima parte. Alcuni di essi sono ispirati ai quesiti proposti nella competizione internazionale "Bebras – International Contest on Informatics and Computer Fluency"; si ringrazia Valentina Dagiene per aver fornito il materiale. Nella seconda parte sono raccolte le soluzioni e alcuni suggerimenti su come ottenerle, un cenno al contesto in cui il quesito può essere inquadrato nell'ambito dell'informatica, le parole chiave che possono essere utili per ricerche in rete o per trovare connessioni tra i diversi quesiti proposti. Ad alcuni quesiti abbiamo dedicato più spazio che ad altri, avendoli scelti come spunti per approfondire alcuni concetti che ci paiono significativi.

Naturalmente lo scopo ultimo è promuovere l'informatica come disciplina scientifica.





Quesiti per la categoria “Medie”

1. Immagini criptate: testo a pagina 7, soluzione a pagina 33.
2. I laghetti: testo a pagina 8, soluzione a pagina 34.
3. Red, Green, Blue: testo a pagina 9, soluzione a pagina 36.
4. Timbrini: testo a pagina 10, soluzione a pagina 38.
5. Art & Lis: testo a pagina 11, soluzione a pagina 39.
6. Le password: testo a pagina 12, soluzione a pagina 41.
7. Le talpe: testo a pagina 13, soluzione a pagina 43.
8. La vocale fortunata: testo a pagina 14, soluzione a pagina 45.
9. Metti in ordine: testo a pagina 15, soluzione a pagina 47.
10. Crucipuzzle informatico: testo a pagina 16, soluzione a pagina 49.
11. L'ascensore capriccioso: testo a pagina 17, soluzione a pagina 51.
12. Le fusioni: testo a pagina 18, soluzione a pagina 54.

Quesiti per la categoria “Biennio”

1. Immagini criptate: testo a pagina 20, soluzione a pagina 33.
2. Dal tronco al fiore: testo a pagina 21, soluzione a pagina 56.
3. Le password: testo a pagina 22, soluzione a pagina 41.
4. Serpente: testo a pagina 23, soluzione a pagina 57.
5. I laghetti: testo a pagina 24, soluzione a pagina 34.
6. Le talpe: testo a pagina 25, soluzione a pagina 43.
7. La vocale fortunata: testo a pagina 26, soluzione a pagina 45.
8. Crucipuzzle informatico: testo a pagina 27, soluzione a pagina 49.
9. L'ascensore capriccioso: testo a pagina 28, soluzione a pagina 51.
10. Art & Lis: testo a pagina 29, soluzione a pagina 39.
11. Le fusioni: testo a pagina 30, soluzione a pagina 54.
12. L'ascensione favolosa: testo a pagina 31, soluzione a pagina 59.



Quesiti per la categoria “Medie”

Immagini criptate (3 punti)

L'immagine colorata è stata criptata utilizzando un programma particolare.

Il codice è riportato sulla destra e consiste in una sequenza di lettere e cifre: ad ogni colore è associata una lettera e i numeri contano le caselle consecutive dello stesso colore.

Purtroppo il codice relativo alla terza riga è andato perduto

Quale sequenza di lettere e cifre costituisce il codice corrispondente alla terza riga?

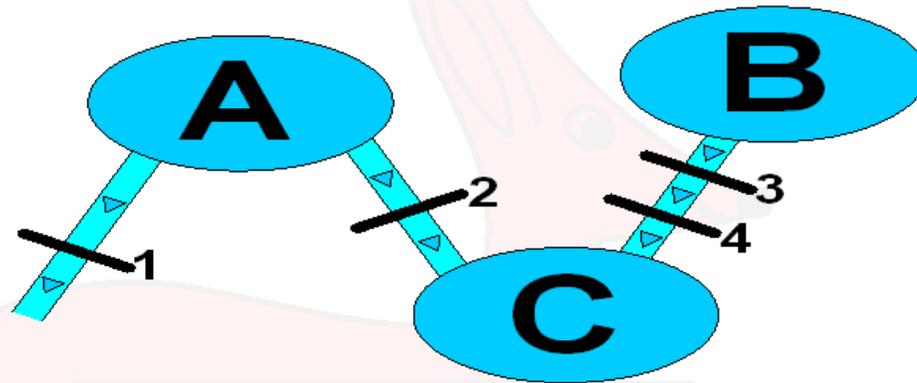
X	X	O	I	I	I	2X103I
I	I	I	I	I	X	5I1X
I	O	O	O	X	X	?
X	O	X	O	O	O	1X101X30
I	I	I	I	I	I	6I





I laghetti (3 punti)

Il castoro Solerte ha costruito delle dighe sui ruscelli che collegano tre laghetti, ma è preoccupato per la siccità: il laghetto C, che riceve acqua dai laghetti A e B, si sta prosciugando!



Le frecce indicano il verso della corrente

Il castoro può aprire o chiudere le dighe.
Quale delle seguenti soluzioni porterà più acqua al laghetto C?

<input type="radio"/>	diga 1 chiusa, 2 aperta, 3 chiusa e 4 chiusa
<input type="radio"/>	diga 1 chiusa, 2 chiusa, 3 aperta e 4 chiusa
<input type="radio"/>	diga 1 aperta, 2 aperta, 3 chiusa e 4 chiusa
<input type="radio"/>	diga 1 aperta, 2 chiusa, 3 chiusa e 4 aperta

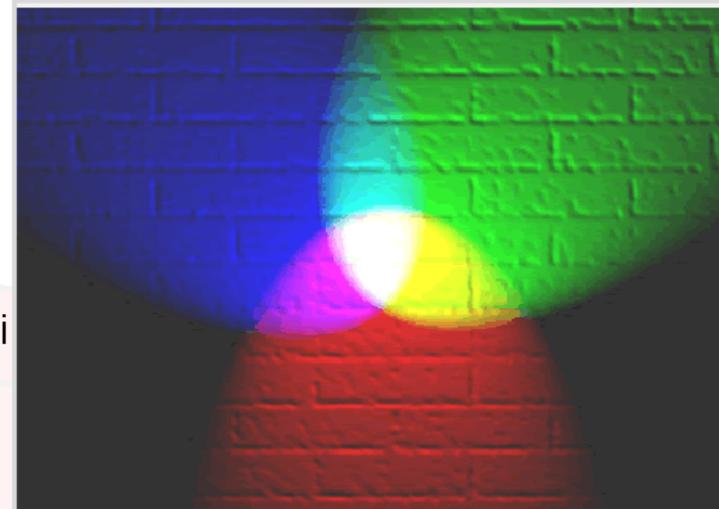
Red, green, blue (3 punti)

Il modello di colori RGB è utilizzato per colorare i pixel su uno schermo. Ogni colore è ottenuto mescolando tra loro, con intensità differenti, i colori primari rosso (Red), verde (Green) e blu (Blue).

La figura mostra i colori primari e alcuni colori ottenuti mescolandoli.

Ad esempio il giallo è ottenuto mescolando rosso e verde alla massima intensità.

Quale colore si crea mescolando tra loro rosso, verde e blu, ognuno alla massima intensità?



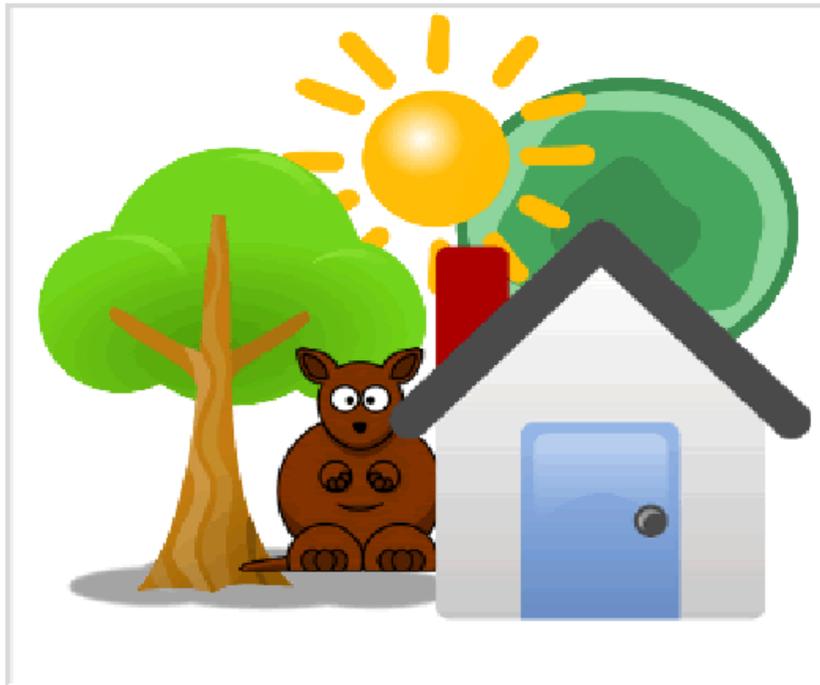
<input type="radio"/>	Bianco	<input type="radio"/>	Viola	<input type="radio"/>	Azzurro
<input type="radio"/>	Nero	<input type="radio"/>	Arancione	<input type="radio"/>	Nessuno dei precedenti





Timbrini (3 punti)

Il canguro ha cinque timbrini, che ha utilizzato per creare questa immagine:



Metti i timbrini nell'ordine utilizzato.

Art & Lis (max 4 punti)

Art ha a disposizione diverse figure (cerchi, quadrati, triangoli, ecc.) di vari colori e si diverte a comporli per fare dei collage.

Vuole mandare la descrizione della sua ultima opera alla sua amica Lis, che può comunicare solo via sms.

Decide che può descrivere i suoi collage in questo modo:

(F,C,L) indica un collage ottenuto partendo da una figura di forma F di colore C sopra la quale quale sono posizionate le figure indicate nella lista L. A sua volta la lista L va scritta così:

- [] indica una lista vuota
- [a] indica una lista che contiene solo una figura indicata con a.
- [a,b] indica una lista con due figure indicate come a e b.

Indicare quale collage corrisponde a ciascuna descrizione.

Esempi:



(triangolo, rosso, [])



(quadrato, grigio, [(cerchio, blu, [])]).

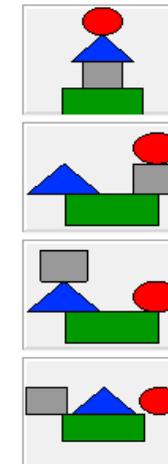


(rettangolo, verde, [(triangolo, blu, []), (quadrato, grigio, [(cerchio, rosso, []])])])

(rettangolo, verde, [(quadrato, grigio, []), (triangolo, blu, []), (cerchio, rosso, [])])

(rettangolo, verde, [(triangolo, blu, [(quadrato, grigio, [])], (cerchio, rosso, [])])

(rettangolo, verde, [(quadrato, grigio, [(triangolo, blu, [(cerchio, rosso, []])])])])





Le password (5 punti)

Un malintenzionato vuole scoprire una password.

Ha già scoperto che la password è lunga esattamente 5 caratteri ed è composta dalle sole 21 lettere dell'alfabeto italiano.

Avendo a disposizione un programma che analizza tutte le password possibili al ritmo di circa 1000 password al secondo, quanto tempo impiegherà al massimo il malintenzionato a scoprire la password?

<input type="radio"/>	circa un secondo.
<input type="radio"/>	poco meno di un'ora.
<input type="radio"/>	circa un giorno.
<input type="radio"/>	circa un minuto.
<input type="radio"/>	poco più di un'ora.

Le talpe (5 punti)

Papà talpa e i due figlioletti Black e Red vivono in tane collegate da cunicoli. Ognuno ha la sua tana e in più vi è una tana grande comune: quattro tane e sei cunicoli che collegano direttamente una tana a ogni altra tana, senza diramazioni.

Un giorno Black e Red si sfidano: chi per primo trova un percorso che gli permetta di attraversare tutti i cunicoli una sola volta, ognuno partendo dalla propria tana e arrivando alla tana grande, vince.

Mentre Red cerca di trovare il percorso usando i cunicoli già fatti, Black capisce subito che deve scavare un nuovo cunicolo che unisca due delle tane.

Dove costruisce il nuovo cunicolo Black?

Dalla tana



Alla tana





La vocale fortunata (5 punti)

Un oracolo sceglie cinque parole in modo che ognuna inizi con una vocale diversa ma che tutte contengano una stessa vocale, che chiameremo vocale fortunata. La parola che inizia con la vocale fortunata non contiene altre vocali.

Sono state fatte all'oracolo le seguenti domande, ottenendo le risposte indicate:

- * La parola che inizia per A contiene E? SI
- * La parola che inizia per I contiene O? NO
- * La parola che inizia per U contiene A? SI
- * La parola che inizia per E contiene I? SI

Qual è la vocale fortunata?

A	I	E	O	U
<input type="radio"/>				

Metti in ordine (max 5 punti)

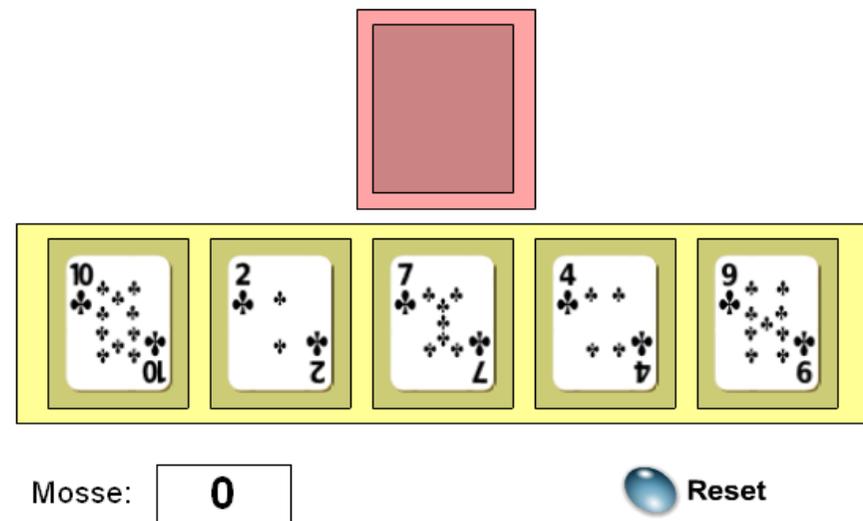
Kang vi sfida al seguente gioco con le carte:

le carte sul vassoio giallo devono essere messe in ordine crescente da sinistra a destra (cioè la più piccola a sinistra e la più grande a destra) utilizzando il minor numero di mosse possibili.

Le uniche mosse consentite sono:

- se il piatto rosso è vuoto, prelevare una carta dalla vassoio giallo e metterla nel piatto rosso;
- se nel vassoio giallo c'è un posto libero, spostare in questo posto una carta qualsiasi presente sul vassoio o sul piatto rosso;

Mettete in ordine le carte cercando di fare il minimo numero di mosse possibile.





Crucipuzzle informatico (max 8 punti)

Griglia e Definizioni	Istruzioni																																																																																										
<table border="1" style="text-align: center; color: red;"> <tr><td>U</td><td>S</td><td>D</td><td>R</td><td>O</td><td>W</td><td>S</td><td>S</td><td>A</td><td>P</td></tr> <tr><td>A</td><td>P</td><td>I</td><td>O</td><td>R</td><td>E</td><td>M</td><td>U</td><td>N</td><td>R</td></tr> <tr><td>E</td><td>U</td><td>R</td><td>E</td><td>S</td><td>W</td><td>O</td><td>R</td><td>B</td><td>D</td></tr> <tr><td>O</td><td>L</td><td>L</td><td>O</td><td>C</td><td>O</td><td>T</td><td>O</td><td>R</td><td>P</td></tr> <tr><td>N</td><td>M</td><td>T</td><td>N</td><td>E</td><td>I</td><td>L</td><td>C</td><td>L</td><td>O</td></tr> <tr><td>S</td><td>C</td><td>A</td><td>R</td><td>I</td><td>C</td><td>A</td><td>R</td><td>E</td><td>T</td></tr> <tr><td>O</td><td>R</td><td>M</td><td>R</td><td>O</td><td>W</td><td>U</td><td>E</td><td>D</td><td>I</td></tr> <tr><td>R</td><td>I</td><td>C</td><td>A</td><td>D</td><td>N</td><td>A</td><td>B</td><td>E</td><td>R</td></tr> <tr><td>C</td><td>A</td><td>S</td><td>S</td><td>E</td><td>L</td><td>E</td><td>R</td><td>I</td><td>W</td></tr> </table>	U	S	D	R	O	W	S	S	A	P	A	P	I	O	R	E	M	U	N	R	E	U	R	E	S	W	O	R	B	D	O	L	L	O	C	O	T	O	R	P	N	M	T	N	E	I	L	C	L	O	S	C	A	R	I	C	A	R	E	T	O	R	M	R	O	W	U	E	D	I	R	I	C	A	D	N	A	B	E	R	C	A	S	S	E	L	E	R	I	W	<p>1- <input type="text"/> programma che visualizza pagine web</p> <p>2- <input type="text"/> un insieme di regole adottato nella trasmissione dei dati</p> <p>3- <input type="text"/> rese tristemente famoso Robert T. Morris il 2 novembre 1988</p> <p>4- <input type="text"/> insieme allo username consente l'autenticazione in molti sistemi</p> <p>5- <input type="text"/> negli standard del web indica l'indirizzo di una risorsa su Internet</p> <p>6- <input type="text"/> un programma che inizia una comunicazione verso un server</p> <p>7- <input type="text"/> usare la rete per trasferire dati sulla memoria di massa del computer in uso</p> <p>8- <input type="text"/> comunicazione eterea ...</p> <p>9- <input type="text"/> la sua larghezza indica la quantità di dati che possono essere trasmessi nell'unità di tempo</p> <p>10- <input type="text"/> identificatore di un elemento della rete Internet</p> <p>11- <input type="text"/> permette di risalire ad un elemento della rete Internet tramite un nome simbolico</p>
	U	S	D	R	O	W	S	S	A	P																																																																																	
	A	P	I	O	R	E	M	U	N	R																																																																																	
	E	U	R	E	S	W	O	R	B	D																																																																																	
	O	L	L	O	C	O	T	O	R	P																																																																																	
	N	M	T	N	E	I	L	C	L	O																																																																																	
	S	C	A	R	I	C	A	R	E	T																																																																																	
	O	R	M	R	O	W	U	E	D	I																																																																																	
	R	I	C	A	D	N	A	B	E	R																																																																																	
	C	A	S	S	E	L	E	R	I	W																																																																																	

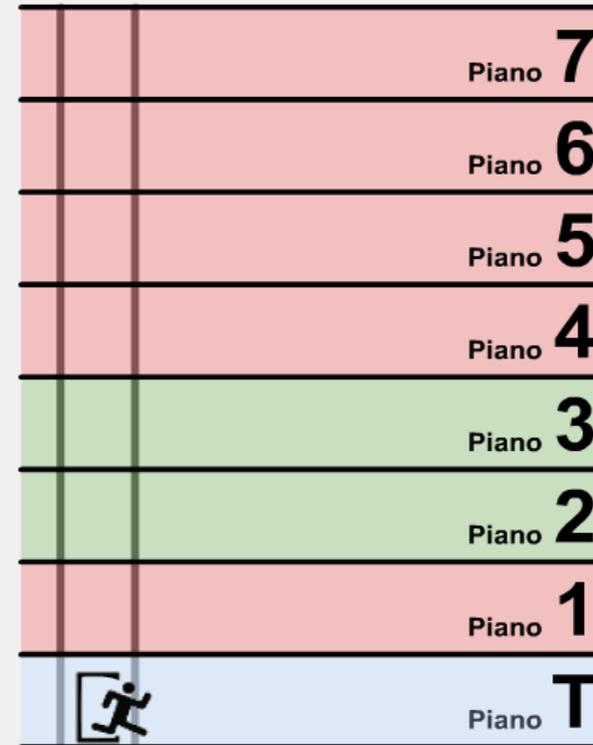
L'ascensore capriccioso (max 8 punti)

In un palazzo di sette piani, l'ascensore ha un comportamento un po' particolare.

Può salire solo di 2 o 3 piani e può scendere solo di 4 o 7 piani. La portinaia, la cui residenza è posta al piano terra, deve procedere alla distribuzione della posta agli inquilini.

In verde sono indicati i piani raggiungibili e in rosso quella ancora da visitare. Ogni reset costa una vita.

Come deve operare la portinaia perché, partendo dal pianterreno, si fermi una e una sola volta a ogni piano per ritornare infine alla propria residenza?



Piani raggiunti:

Vite:

3

Reset





Le fusioni (8 punti)

Il Barone Von Merge vuole fondere 7 aziende di sua proprietà, valutate rispettivamente 1 milione di euro, 2 milioni di euro e così via fino a 7 milioni di euro. La fusione di due aziende produce una nuova azienda che ha come valore la somma dei valori delle aziende fuse e comporta un costo pari al medesimo valore. Per esempio, fondere assieme le due aziende valutate 1 e 2 milioni di euro costa 3 milioni e produce un'azienda del valore di 3 milioni.

Se le aziende si possono fondere solamente a due per volta e si vogliono fondere assieme tutte e 7 con il costo minimo possibile, in che ordine vanno fuse? Realizzate le fusioni trascinando con il mouse un'azienda su quella con cui la volete fondere.

| Valore |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Costo:  **Reset**

Quesiti per la categoria “Biennio”



Immagine criptate (3 punti)

L'immagine colorata è stata criptata utilizzando un programma particolare.

X	X	O	I	I	I	2X1O3I
I	I	I	I	I	X	5I1X
I	O	O	O	X	X	?
X	O	X	O	O	O	1X1O1X3O
I	I	I	I	I	I	6I

Purtroppo il codice relativo alla terza riga è andato perduto

Quale sequenza di lettere e cifre costituisce il codice corrispondente alla terza riga?

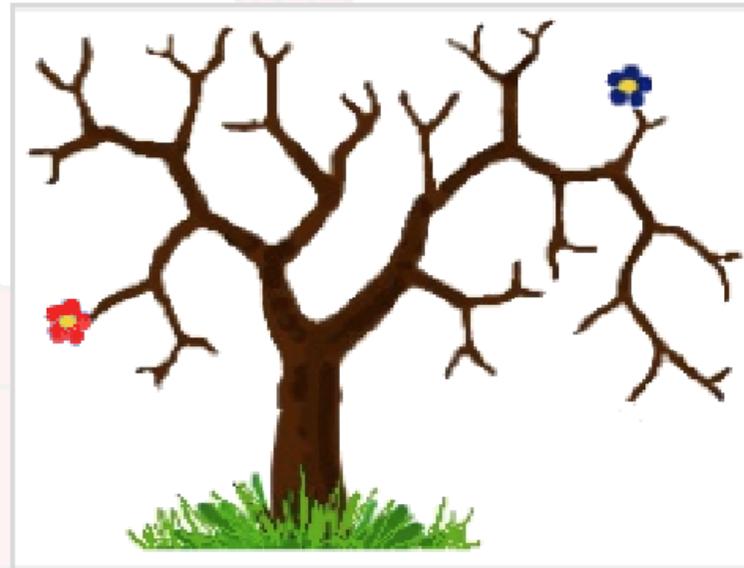
Dal tronco al fiore (3 punti)

Spesso in informatica i dati sono organizzati con un "albero"; in un "albero binario" da una ramificazione partono sempre solo due rami.

Il fiore rosso in figura può essere raggiunto dal "percorso" TSSSD dove

- T significa "partenza dal tronco"
- S significa "ramificazione verso sinistra"
- D significa "ramificazione verso destra"

Quale percorso conduce al fiore blu?





Le password (3 punti)

Un malintenzionato vuole scoprire una password.

Ha già scoperto che la password è lunga esattamente 5 caratteri ed è composta dalle sole 21 lettere dell'alfabeto italiano.

Avendo a disposizione un programma che analizza tutte le password possibili al ritmo di circa 1000 password al secondo, quanto tempo impiegherà al massimo il malintenzionato a scoprire la password?

<input type="radio"/>	circa un secondo.
<input type="radio"/>	poco più di un'ora.
<input type="radio"/>	circa un minuto.
<input type="radio"/>	poco meno di un'ora.
<input type="radio"/>	circa un giorno.

Serpente (4 punti)

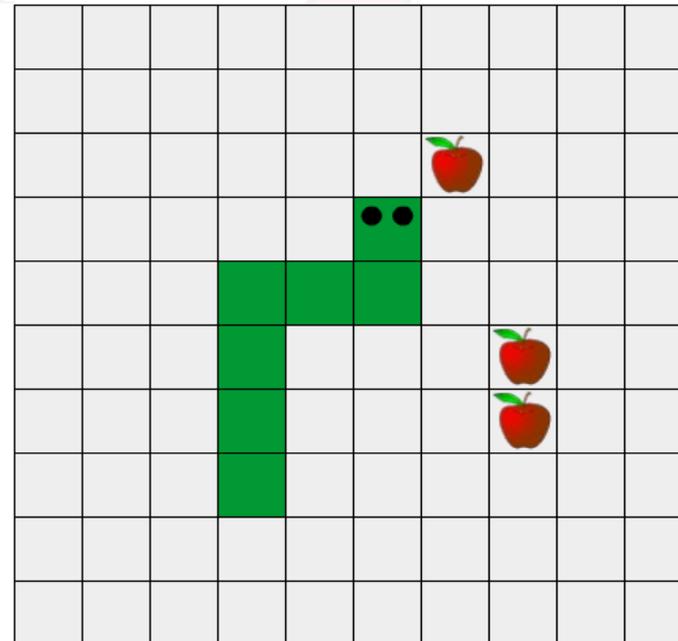
Un serpente si muove su una griglia.

Per descrivere la sua traiettoria usiamo le quattro direzioni N (Nord), S (Sud), E (Est), O (Ovest). Ad ogni passo, la testa del serpente si muove di una casella nella direzione indicata dalla traiettoria e il resto del corpo si fa trascinare.

Quando il serpente capita su una casella con una mela se la mangia e poi la sua coda si allunga di 3 caselle.

Se per 3 passi consecutivi il serpente non mangia mele, per colpa del digiuno la coda si accorcia di due caselle.

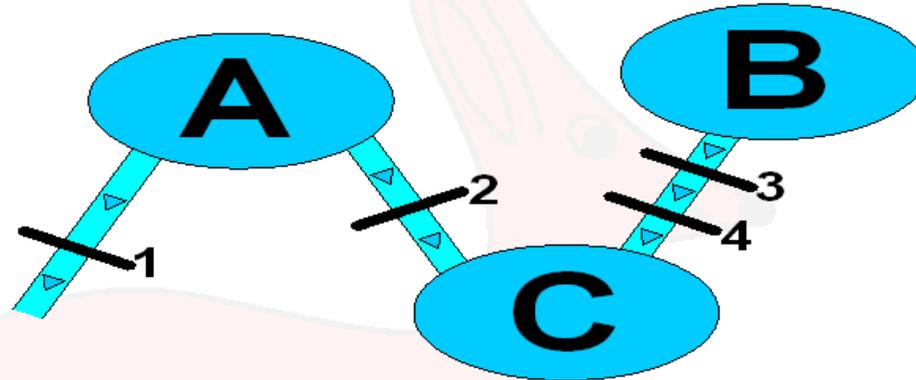
Seleziona la casella in cui si troverà la coda se il serpente si muove seguendo la traiettoria NEESSS.





I laghetti (max 5 punti)

Il castoro Solerte ha costruito delle dighe sui ruscelli che collegano tre laghetti, ma è preoccupato per la siccità: il laghetto C, che riceve acqua dai laghetti A e B, si sta prosciugando!



Le frecce indicano il verso della corrente

Il castoro può aprire o chiudere le dighe.

Solerte chiede sempre consiglio all'amico Furbone, ma si sa che i castori non amano scrivere, e così ha concordato con lui che:

- "D1" vuol dire "diga 1 aperta",
- "noD1" vuol dire "diga 1 chiusa",
- "U123" vuol dire "è aperta una sola tra le dighe 1,2,3", e così via.

In quali dei seguenti casi arriva sicuramente acqua al laghetto C? In quali casi non arriva mai? E in quali potrebbe arrivare oppure no?

U13 e noD4 e noD2	<input type="checkbox"/> MAI	<input type="checkbox"/> FORSE	<input type="checkbox"/> SEMPRE
U234	<input type="checkbox"/> MAI	<input type="checkbox"/> FORSE	<input type="checkbox"/> SEMPRE
U34 e U12	<input type="checkbox"/> MAI	<input type="checkbox"/> FORSE	<input type="checkbox"/> SEMPRE
D2 e U43 e noD1	<input type="checkbox"/> MAI	<input type="checkbox"/> FORSE	<input type="checkbox"/> SEMPRE
U134 e noD3 e U24	<input type="checkbox"/> MAI	<input type="checkbox"/> FORSE	<input type="checkbox"/> SEMPRE

Le talpe (5 punti)

Papà talpa e i due figlioletti Black e Red vivono in tane collegate da cunicoli. Ognuno ha la sua tana e in più vi è una tana grande comune: quattro tane e sei cunicoli che collegano direttamente una tana a ogni altra tana, senza diramazioni.

Un giorno Black e Red si sfidano: chi per primo trova un percorso che gli permetta di attraversare tutti i cunicoli una sola volta, ognuno partendo dalla propria tana e arrivando alla tana grande, vince.

Mentre Red cerca di trovare il percorso usando i cunicoli già fatti, Black capisce subito che deve scavare un nuovo cunicolo che unisca due delle tane.

Dove costruisce il nuovo cunicolo Black?

Dalla tana



Alla tana





La vocale fortunata (max 5 punti)

Un oracolo sceglie cinque parole in modo che ognuna inizi con una vocale diversa ma che tutte contengano una stessa vocale, che chiameremo vocale fortunata. La parola che inizia con la vocale fortunata non contiene altre vocali.

Sono già state fatte all'oracolo le seguenti domande, ottenendo le risposte indicate:

- * La parola che inizia per A contiene E? SI
- * La parola che inizia per I contiene O? NO
- * La parola che inizia per U contiene A? SI

Conoscendo le risposte precedenti, quali domande, tra le seguenti, permettono di scoprire subito la vocale fortunata?

La parola che
inizia per E
contiene E?

La parola che
inizia per E
contiene I?

La parola che
inizia per A
contiene U?

La parola che
inizia per I
contiene E?

La parola che
inizia per O
contiene A?

Crucipuzzle informatico (max 8 punti)

Griglia e Definizioni	Istruzioni																																																																																										
<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center; font-weight: bold; color: red;"> <tr><td>U</td><td>S</td><td>D</td><td>R</td><td>O</td><td>W</td><td>S</td><td>S</td><td>A</td><td>P</td></tr> <tr><td>A</td><td>P</td><td>I</td><td>O</td><td>R</td><td>E</td><td>M</td><td>U</td><td>N</td><td>R</td></tr> <tr><td>E</td><td>U</td><td>R</td><td>E</td><td>S</td><td>W</td><td>O</td><td>R</td><td>B</td><td>D</td></tr> <tr><td>O</td><td>L</td><td>L</td><td>O</td><td>C</td><td>O</td><td>T</td><td>O</td><td>R</td><td>P</td></tr> <tr><td>N</td><td>M</td><td>T</td><td>N</td><td>E</td><td>I</td><td>L</td><td>C</td><td>L</td><td>O</td></tr> <tr><td>S</td><td>C</td><td>A</td><td>R</td><td>I</td><td>C</td><td>A</td><td>R</td><td>E</td><td>T</td></tr> <tr><td>O</td><td>R</td><td>M</td><td>R</td><td>O</td><td>W</td><td>U</td><td>E</td><td>D</td><td>I</td></tr> <tr><td>R</td><td>I</td><td>C</td><td>A</td><td>D</td><td>N</td><td>A</td><td>B</td><td>E</td><td>R</td></tr> <tr><td>C</td><td>A</td><td>S</td><td>S</td><td>E</td><td>L</td><td>E</td><td>R</td><td>I</td><td>W</td></tr> </table>	U	S	D	R	O	W	S	S	A	P	A	P	I	O	R	E	M	U	N	R	E	U	R	E	S	W	O	R	B	D	O	L	L	O	C	O	T	O	R	P	N	M	T	N	E	I	L	C	L	O	S	C	A	R	I	C	A	R	E	T	O	R	M	R	O	W	U	E	D	I	R	I	C	A	D	N	A	B	E	R	C	A	S	S	E	L	E	R	I	W	1- <input style="width: 80px;" type="text"/> programma che visualizza pagine web
	U	S	D	R	O	W	S	S	A	P																																																																																	
	A	P	I	O	R	E	M	U	N	R																																																																																	
	E	U	R	E	S	W	O	R	B	D																																																																																	
	O	L	L	O	C	O	T	O	R	P																																																																																	
	N	M	T	N	E	I	L	C	L	O																																																																																	
	S	C	A	R	I	C	A	R	E	T																																																																																	
	O	R	M	R	O	W	U	E	D	I																																																																																	
	R	I	C	A	D	N	A	B	E	R																																																																																	
	C	A	S	S	E	L	E	R	I	W																																																																																	
	2- <input style="width: 80px;" type="text"/> un insieme di regole adottato nella trasmissione dei dati																																																																																										
3- <input style="width: 80px;" type="text"/> rese tristemente famoso Robert T. Morris il 2 novembre 1988																																																																																											
4- <input style="width: 80px;" type="text"/> insieme allo username consente l'autenticazione in molti sistemi																																																																																											
5- <input style="width: 80px;" type="text"/> negli standard del web indica l'indirizzo di una risorsa su Internet																																																																																											
6- <input style="width: 80px;" type="text"/> un programma che inizia una comunicazione verso un server																																																																																											
7- <input style="width: 80px;" type="text"/> usare la rete per trasferire dati sulla memoria di massa del computer in uso																																																																																											
8- <input style="width: 80px;" type="text"/> comunicazione eterea ...																																																																																											
9- <input style="width: 80px;" type="text"/> la sua larghezza indica la quantità di dati che possono essere trasmessi nell'unità di tempo																																																																																											
10- <input style="width: 80px;" type="text"/> identificatore di un elemento della rete Internet																																																																																											
11- <input style="width: 80px;" type="text"/> permette di risalire ad un elemento della rete Internet tramite un nome simbolico																																																																																											





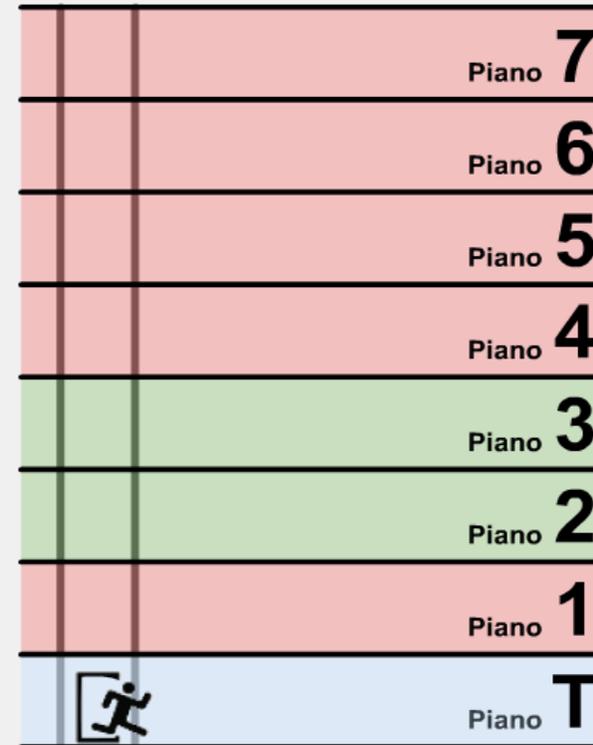
L'ascensore capriccioso (max 8 punti)

In un palazzo di sette piani, l'ascensore ha un comportamento un po' particolare.

Può salire solo di 2 o 3 piani e può scendere solo di 4 o 7 piani. La portinaia, la cui residenza è posta al piano terra, deve procedere alla distribuzione della posta agli inquilini.

In verde sono indicati i piani raggiungibili e in rosso quella ancora da visitare. Ogni reset costa una vita.

Come deve operare la portinaia perché, partendo dal pianterreno, si fermi una e una sola volta a ogni piano per ritornare infine alla propria residenza?



Piani raggiunti:

Vite:

3

Reset

Art & Lis (8 punti)

Art ha a disposizione diverse figure (cerchi, quadrati, triangoli, ecc.) di vari colori e si diverte a comporli per fare dei collage.

Vuole mandare la descrizione della sua ultima opera alla sua amica Lis, che può comunicare solo via sms.

Decide che può descrivere i suoi collage in questo modo: (F,C,L) indica un collage ottenuto partendo da una figura di forma F di colore C sopra la quale sono posizionate le figure indicate nella lista L. A sua volta la lista L va scritta così:

- [] indica una lista vuota
- [a] indica una lista che contiene solo una figura indicata con a.
- [a,b] indica una lista con due figure indicate come a e b.

Esempi:



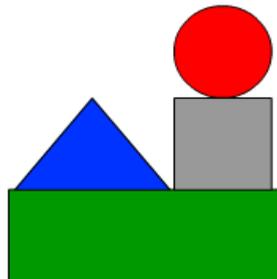
(triangolo, rosso, [])



(quadrato, grigio, [(cerchio, blu, [])]).



Quale espressione descrive questo collage?



Se l'espressione è sintatticamente corretta, apparirà la figura corrispondente.





Le fusioni (8 punti)

Il Barone Von Merge vuole fondere 7 aziende di sua proprietà, valutate rispettivamente 1 milione di euro, 2 milioni di euro e così via fino a 7 milioni di euro. La fusione di due aziende produce una nuova azienda che ha come valore la somma dei valori delle aziende fuse e comporta un costo pari al medesimo valore. Per esempio, fondere assieme le due aziende valutate 1 e 2 milioni di euro costa 3 milioni e produce un'azienda del valore di 3 milioni.

Se le aziende si possono fondere solamente a due per volta e si vogliono fondere assieme tutte e 7 con il costo minimo possibile, in che ordine vanno fuse? Realizzate le fusioni trascinando con il mouse un'azienda su quella con cui la volete fondere.

| Valore |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 3 | 2 | 1 | 5 | 7 | 4 | 6 |

Costo:

 **Reset**

L'ascensione favolosa (10 punti)

Kangou	Rifornimento	Razioni: 18
Sherpa	Rifornimento	Razioni: 18

Kangou Herzog si appresta a tentare in solitario la scalata dell'Annapurna (8091 m), che richiede 15 giorni. La discesa è altrettanto complicata e necessita dello stesso tempo. Caricato di tutto il materiale occorrente alla scalata, un uomo può trasportare al più 18 razioni giornaliere e durante l'ascesa non è possibile in alcun modo procurarsi cibo, né ritrovare eventuali razioni nascoste. Fortunatamente però, Kangou può contare su uno sherpa di grande esperienza che può fare rifornimento al campo base e può portare delle provviste: come Kangou lo sherpa può caricare 18 razioni e anch'egli ne consuma una al giorno, tranne quando si riposa al campo base.

Come devono procedere affinché Kangou raggiunga la vetta ed entrambi tornino al campo base nel tempo previsto?

   **Analizza**  **Reset**





Soluzioni dei quesiti

Soluzione del quesito “Immagini criptate”

Soluzione. (Testi a pagina 7 per la categoria “Medie” e 20 per il “Biennio”)

Il codice corrispondente alla terza riga è dato da: 1I302X. Infatti ad ogni colore è associato un carattere e i numeri contano le caselle consecutive dello stesso colore. In particolare il rosso corrisponde al carattere I; il verde corrisponde al carattere X; il giallo corrisponde al carattere 0. La terza riga è costituita da una casella rossa (1I) seguita da tre caselle gialle (30) e poi da due caselle verdi (2X).

Difficoltà e errori frequenti. Il quesito non presenta particolari difficoltà, una volta individuata la corrispondenza tra colori e caratteri. Tale corrispondenza, suggerita nel testo per la categoria “Medie”, si può dedurre dalle righe dell’immagine per le quali è nota la codifica.

Anche questa è informatica! Il quesito si occupa di *rappresentazione delle informazioni* e in particolare di *rappresentazione delle immagini*: la versione criptata dell’immagine fornisce in realtà un modo per rappresentarne il contenuto in maniera testuale, ovvero usando una sequenza di caratteri. Notiamo che questa rappresentazione si può considerare *compressa* poichè usa un numero di caratteri (in tutto 26) inferiore al numero di *pixel* (i quadratini) dell’immagine stessa (in tutto 30, 5 righe da 6 pixel); all’aumentare della dimensione dell’immagine e quindi del numero di pixel, il risparmio in generale tende a crescere.

Il termine “criptata” usato nel titolo del quesito fa riferimento alla *crittografia*, un ambito dell’informatica che si occupa di *codificare* informazioni con l’obiettivo di trasmettere messaggi comprensibili solo dal destinatario. In questo caso l’immagine era chiamata criptata perchè non era fornito il modo per interpretare come immagine la sequenza di caratteri corrispondente.

Parole chiave e riferimenti: Rappresentazione dell’informazione; immagine compressa; crittografia.





Soluzione del quesito “I laghetti”

Soluzione per la categoria “Medie”. (Testo a pagina 8)

La soluzione che porterà piú acqua al laghetto C è quella che prevede “diga 1 chiusa, 2 aperta, 3 chiusa e 4 chiusa”: l'acqua affluirà dal laghetto A attraverso la diga 2 aperta, senza disperdersi nel ruscello sbarrato dalla diga 1. Nelle quattro soluzioni proposte il laghetto B non apporta mai acqua al laghetto C perché *almeno una* delle due dighe 3 e 4 che sbarrano il ruscello da B a C è chiusa.

Soluzione per la categoria “Biennio”. (Testo a pagina 24)

Esaminiamo i vari casi.

“U13 e noD4 e noD2” semplicemente significa che le due dighe 4 e 2 verso il laghetto C sono chiuse, quindi non può arrivare acqua: MAI.

“U234” significa che *una sola* delle tre dighe menzionate (la 2, la 3 o la 4) è aperta: se è aperta la 2, l'acqua arriva in C, ma se è aperta solo la 3 o solo la 4, una delle dighe che sbarrano il ruscello tra B e C è chiusa e quindi l'acqua non arriva, perciò la risposta è: FORSE.

“U34 e U12” significa che al laghetto C non arriverà acqua dal laghetto B (una delle due dighe che lo sbarrano resta chiusa), però una delle due dighe 1 e 2 è aperta: se è aperta la 2, l'acqua arriva, quindi la risposta corretta è: FORSE.

“D2 e U43 e noD1” vuol dire che il ruscello tra A e C è aperto (D2) mentre il ruscello che porta via l'acqua da A è sbarrato dalla diga 1 (noD1), quindi l'acqua arriva: SEMPRE.

“U134 e noD3 e U24” in breve significa che l'acqua può arrivare da A se è aperta la diga 2 (U24) ma essendo chiusa la 3 (noD3) non arriverà acqua da B, quindi: FORSE.

Anche questa è informatica! Nei *programmi* che dettagliano l'esecuzione di un *algoritmo* da parte di un *elaboratore* accade spesso di dover specificare le condizioni in cui una determinata azione deve essere compiuta, e il programmatore deve valutare le conseguenze di queste scelte. Il nostro castoro si è messo nei panni del programmatore, per far arrivare l'acqua al laghetto: come vediamo, valutare le conseguenze delle scelte possibili non riguarda soltanto i programmatori di computer, ma anche molte situazioni comuni. Una volta tanto, invece di passare da una situazione comune a una "informatica", possiamo prendere spunto dall'informatica per trarne beneficio nelle situazioni comuni: specificare chiaramente le condizioni e le azioni può aiutare a compiere le scelte giuste!

Approfondimenti. Le condizioni in cui compiamo una scelta possono essere espresse in linguaggio "naturale", come nel quesito per le classi Medie, oppure in un linguaggio "artificiale", come può essere un *linguaggio di programmazione* (il Fortran, Java, il C — non il laghetto...), ossia un linguaggio convenzionale — un po' come un linguaggio segreto — in cui esprimiamo "simbolicamente" invece che "chiaramente" una condizione, non per essere oscuri, ma al contrario per maggior precisione e brevità. Per esempio, nel quesito per le classi del Biennio abbiamo convenuto che "U134" significhi "è aperta una delle tre dighe 1, 3 e 4, e precisamente una sola tra esse": la frase in chiaro è molto più lunga di quella convenuta, anche perché specifica chiaramente che una e una sola delle dighe è aperta, mentre la frase "1, 3 o 4 è aperta" potrebbe lasciare dei dubbi (una sola?).

Notiamo anche che nei casi proposti le condizioni erano tutte vere, in altre parole erano tutte legate dalla congiunzione "e", anche se alcune di queste condizioni erano negate ("noD1" vuol dire che la diga 1 *non* è aperta) o alternative ("una sola delle dighe è aperta"). Le regole per manipolare e interpretare i cosiddetti *connettivi logici* (i principali sono "e", "o", "non", spesso indicati con i simboli \wedge , \vee , \neg) non sono sempre ovvie e non a caso esiste una disciplina, la *logica*, che se ne occupa in generale.

Parole chiave e riferimenti: linguaggi di programmazione; logica; connettivi logici.





Soluzione del quesito “Red, Green, Blue”

Soluzione. (Testo a pagina 9)

Mescolando tra loro rosso, verde e blu si ottiene il **bianco**, che infatti è il colore che si vede in figura nel punto in cui si sovrappongono i tre fasci di luce.

Anche questa è informatica! Nei dispositivi digitali le immagini sono rappresentate come griglie di puntini colorati, i cosiddetti *pixel* (abbreviazione di *picture element*). Nel *modello RGB* il colore di ciascun pixel è a sua volta definito come combinazione additiva di tre colori primari: rosso (Red), verde (Green) e blu (Blue), da cui il nome.

Un'applicazione comune del modello RGB si trova nei dispositivi digitali che permettono di visualizzare immagini colorate (monitor, televisori, telefoni cellulari, *display* in genere). Ogni pixel sullo schermo è realizzato usando tre piccole fonti di luce rossa, verde, blu (i *sub-pixel*) molto vicine tra loro, seppur separate. All'occhio umano queste tre sorgenti sono indistinguibili e quindi viene percepito un unico colore risultante. Tutti i pixel disposti sullo schermo producono nel loro complesso l'immagine colorata.

Approfondimenti. Quasi tutto lo spettro dei colori visibili può essere riprodotto combinando, con diverse intensità, le luci rossa, verde e blu; questi sono detti, pertanto, colori *primari*. In particolare l'occhio umano percepisce lunghezze d'onda di 400-500 nm (nanometri) come blu, di 500-600 nm come verde e di 600-700 nm come rosso. Miscelando il 100% di tutti e tre i colori si ottiene la luce bianca, riducendo ogni componente allo 0% si otterrà assenza di luce, cioè il nero.

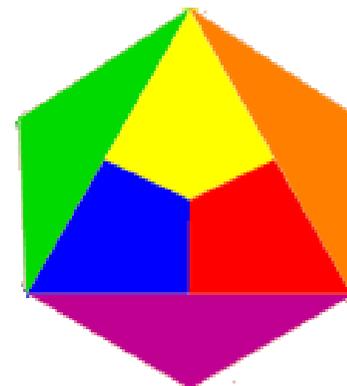
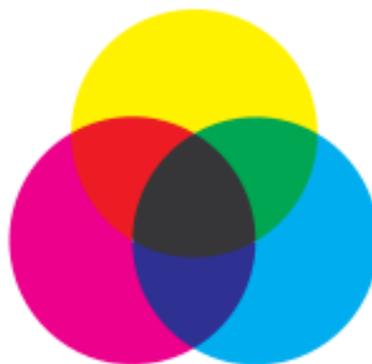
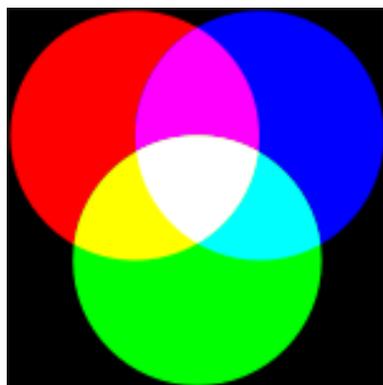
Come si vede chiaramente dalla figura nel quesito, combinando rosso e verde si ottiene il giallo; con il rosso e il blu si ottiene il magenta (una sorta di rosa) e combinando verde e blu si ottiene il ciano (un tipo di azzurro); questi tre colori sono detti *secondari*. Gli altri colori si ottengono combinando i primari con altre variazioni di

intensità. La caratteristica dei colori RGB primari è dunque che solo una delle componenti del colore è presente con il massimo valore mentre le altre due sono a 0; i colori secondari sono ottenuti dalla composizione di due colori primari e quindi presentano due componenti con il massimo valore e una a 0.

Da notare che i colori secondari del sistema RGB sono i colori primari del sistema CMY, un modello sottrattivo, utilizzato per lo più a scopi tipografici, per esempio nelle stampanti a colori.

Anche la combinazione dei colori che si impara da piccoli, giocando con le tempere, è di tipo sottrattivo, ma definisce come primari altri tre colori: il rosso, il giallo e il blu, e come secondari l'arancione (rosso + giallo), il verde (giallo + blu) e il viola (blu + rosso).

Nella figura sono mostrati, nell'ordine, i colori primari nel modello RGB, nel modello CMY, e nel caso dei colori a tempera.



Parole chiave e riferimenti: Immagini colorate; RGB; CMY.





Soluzione del quesito “Timbrini”

Soluzione. (Testo a pagina 10)

Il disegno è stato realizzando usando i timbrini in questo ordine: albero con chioma verde scuro, sole, albero con chioma verde chiaro, canguro, casa.

Difficoltà ed errori frequenti. Il quesito non presenta particolari difficoltà, basta prestare un po' di attenzione alle sovrapposizioni delle varie parti. Per esempio la relazione tra il sole e il canguro non è evidente se si guardano solo questi due elementi, ma diventa chiara osservando che l'albero a sinistra copre alcuni raggi del sole ed è coperto dalla coda del canguro: dunque il canguro è stato usato dopo il sole.

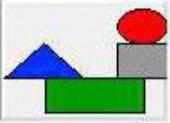
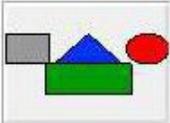
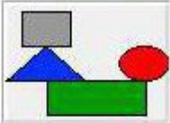
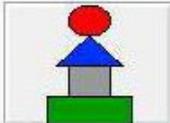
Anche questa è informatica! Il quesito chiedeva semplicemente di mettere in ordine, in *sequenza*, dei piccoli timbri. Il concetto di *sequenza* gioca un ruolo fondamentale in informatica: per esempio un programma può essere visto come *sequenza di istruzioni* in cui ciascuna agisce in un stato in cui sono presenti gli effetti di quella precedente; l'ordine con cui queste vengono eseguite è perciò fondamentale. In un certo senso potremmo dire che la sequenza dei timbrini da usare fornisce un *programma* per produrre il disegno!

Parole chiave e riferimenti: Sequenza; programma.

Soluzione del quesito “Art & Lis”

Soluzione per la categoria “Medie”. (Testo a pagina 11)

Le descrizioni dei collage vanno associate alle figure nel seguente modo:

(rettangolo, verde, [(triangolo, blu, []), (quadrato, grigio, [(cerchio, rosso, [])])])	
(rettangolo, verde, [(quadrato, grigio, []), (triangolo, blu, []), (cerchio, rosso, [])])	
(rettangolo, verde, [(triangolo, blu, [(quadrato, grigio, [])]), (cerchio, rosso, [])])	
(rettangolo, verde, [(quadrato, grigio, [(triangolo, blu, [(cerchio, rosso, [])])])])	

Soluzione per la categoria “Biennio”. (Testo a pagina 29)

Il collage del quesito è descritto dall’espressione:

(rettangolo, verde, [(triangolo, blu, []), (quadrato, grigio, [(cerchio, rosso, [])])])

Difficoltà ed errori frequenti. Nella versione per la categoria “Medie” bisognava interpretare le espressioni date; nella versione per la categoria “Biennio” c’era una difficoltà in più, poiché le espressioni andavano inserite usando la tastiera, quindi era possibile incappare in errori di *sintassi*, per esempio parentesi non chiuse o non *correttamente annidate*. Il programma visualizzava la figura descritta se l’espressione era corretta, non visualizzava invece niente in caso di errori.





Anche questa è informatica! In informatica capita spesso di dover descrivere oggetti complessi o di dover organizzare dei dati in modo da poterli elaborare, e a questo scopo si usano diversi tipi di *strutture di dati*, tra cui le *liste*.

Approfondimenti. Tra le strutture di dati, consideriamo qui quelle *ricorsive*, cioè definite in termini di se stesse. Un esempio è la lista, una struttura ricorsiva di elementi dello stesso tipo, nel nostro caso figure per fare un collage. Una lista può non contenere nessun elemento, ed è detta lista vuota, oppure è costituita da un primo elemento seguito da una lista di elementi. Uno dei formalismi per rappresentare una lista è:

- $[]$ per la lista vuota
- $[E|L]$ per una lista costituita da un primo elemento E seguito da una lista L di elementi.

Una definizione ricorsiva deve sempre avere uno o più casi semplici, cioè definiti esplicitamente, come nel caso della lista vuota, e uno o più casi ricorsivi. Anche la struttura usata per descrivere i collage del quesito è una struttura ricorsiva, che abbina a ogni figura la lista delle figure poste sopra di essa: il caso base, cioè quello semplice, è un collage costituito da una sola figura; il caso ricorsivo, cioè quello definito in termini di se stesso, è il collage fatto da una figura su cui sono appoggiate altre figure, sulle quali a loro volta possono essere appoggiate altre figure e così via.

La ricorsione è uno strumento concettuale molto potente in quanto permette di descrivere in modo conciso un numero infinito di oggetti e di definire strutture arbitrariamente complesse. Di *ricorsione* si parla non solo a proposito di strutture di dati, ma anche di algoritmi: è possibile infatti definire un algoritmo che richiama se stesso. Per esempio l'algoritmo per il calcolo del fattoriale di un numero n sfrutta il fatto che *fattoriale*(n) è definito come $n \cdot \textit{fattoriale}(n - 1)$ (caso ricorsivo) e che *fattoriale*(0) è uguale a 1 (caso base).

Parole chiave e riferimenti: Strutture di dati; liste; ricorsione.

Soluzione del quesito “Le password”

Soluzione. (Testo a pagina 12 e 22)

Le possibili sequenze sono $21^5 = 4084101$, quindi al ritmo di 1000 password al secondo servono al massimo 4085 secondi di prove, poco più di un'ora (3600 secondi). Si tratta di determinare il numero di combinazioni possibili: praticamente ogni password è un “numero” di 5 “cifre” da scegliere fra i 21 simboli possibili; saranno 21^5 , così come nel caso della numerazione decimale (in cui quindi abbiamo solo 10 simboli) avremmo $10^5 = 100000$ numeri.

Anche questa è informatica! Le password sono uno dei meccanismi fondamentali di autenticazione — non solo informatico, come ben sanno gli amanti delle *spy story* — in cui un soggetto ottiene l'accesso mostrando di conoscere un *segreto*. La crittografia informatica ha reso questo meccanismo comunissimo, specialmente nelle interazioni in rete. Qualsiasi password può però essere *indovinata* e in alcuni casi non è neanche necessario essere troppo fortunati. . . . In effetti se il numero delle password possibili non è troppo grande, essa può essere cercata sistematicamente, sfruttando il fatto che i calcolatori possono fare milioni di prove al secondo (il dato del quesito non è molto realistico: grazie a calcoli distribuiti su molti computer collegati in rete si riescono a ottenere anche 367 miliardi di prove al secondo¹!). Questo, fra l'altro, è il motivo per cui generalmente si impedisce definitivamente l'accesso dopo un piccolo numero di fallimenti: serve proprio a ridurre il rischio di attacchi che, “a forza bruta” di tentativi, cerchino di individuare la password.

Approfondimenti. La forza bruta, cioè l'esame di tutti i casi, è la migliore strategia possibile per l'attaccante quando ogni combinazione di simboli è ugualmente probabile (l'uso della password “pippo” è probabile quanto “xtkks” e “aaaaa”). Ovviamente parliamo di attacchi algoritmici, perché in alcuni casi altri tipi di *forza bruta*

¹Si veda il sito <http://www.distributed.net/>





potrebbero servire per farsi rivelare il segreto voluto. . . . Si noti che se effettivamente ogni sequenza di simboli è possibile, l'aumento della *lunghezza* della password è il parametro più significativo. Nel quesito, per esempio, l'aggiunta di un nuovo carattere aumenta il tempo massimo necessario di 21 volte: una password di 15 caratteri richiede un tempo di migliaia di ore perfino con una potenza di calcolo di 400 miliardi di prove al secondo: $((21^{15}/(400 \cdot 10^9))/3600 \approx 47307$. Non conoscere a priori la lunghezza del segreto ha invece un effetto piuttosto limitato: è quasi come aggiungere un nuovo simbolo 'vuoto' all'alfabeto (parecchio meno in realtà, visto che è un simbolo che può essere usato solo alla fine: il numero giusto è $21^5 + 21^4 + 21^3 + 21^2 + 21 = 4288305 \approx 21^6/20$).

Purtroppo però spesso le password non sono scelte in modo casuale fra tutte le combinazioni di simboli possibili: in effetti una sequenza veramente *casuale*² può risultare difficile da ricordare, finendo così magari per dover essere trascritta in luoghi più facilmente accessibili della corteccia cerebrale del titolare del diritto d'accesso. In questo caso l'attaccante può provare le sequenze in un ordine che minimizza il tempo *medio* di scoperta provando prima quelle più probabili; in rete si trovano molti elenchi (detti *dizionari*) di password comuni che possono essere usati per questo scopo: in questo caso "pippo" è un segreto molto più vulnerabile di "lpdec" (che potremmo comunque cercare di ricordare come le iniziali delle parole della frase "la password dovrebbe essere casuale").

L'ideale quindi è utilizzare una password lunga e casuale. Ma dovendo rinunciare a qualcosa, meglio corta e casuale o lunga e facilmente memorizzabile? Facciamo qualche conto: corta (6 caratteri) e casuale dà un massimo di $21^6 = 85766121 \approx 86 \cdot 10^6$ combinazioni (da cercare tutte, nel caso pessimo). Se supponiamo di usare 2 parole di senso compiuto di 5 o 6 caratteri non abbiamo un massimo di $21^{12} \approx 74 \cdot 10^{14}$ come se usassimo 12 caratteri scelti in modo perfettamente casuale, ma — visto che in italiano ci sono circa 5000 parole di 5 e 6 caratteri — scegliendo fra queste (in modo casuale!) un attacco basato su un dizionario d'italiano dovrebbe comunque fare $5000^2 = 25 \cdot 10^6$ prove che diventano $5000^3 = 125 \cdot 10^9$ con 3 parole.

Parole chiave e riferimenti: Password; autenticazione; forza bruta; *dictionary attack*.

²Una famosa definizione di casualità dovuta a Andrey Kolmogorov e resa popolare da Gregory Chaitin considera casuale proprio le sequenze che non possono essere descritte in nessuna maniera più compatta dell'elenco dei simboli stesso.

Soluzione del quesito “Le talpe”

Soluzione. (Testo a pagina 13 e 25)

Black scava un nuovo cunicolo tra la tana di Red e quella del papà, dopo aver ragionato nel seguente modo. Se si deve percorrere ciascun cunicolo una e una sola volta, ogni volta che si arriva a una tana ci deve essere un cunicolo per uscire, non ancora percorso: uno che entra, uno che esce. Dunque il numero di cunicoli che portano a ciascuna tana deve essere *pari*. Però il percorso di Black non deve tornare alla sua tana ma finire nella tana grande. Quindi la tana di Black e quella grande devono avere a disposizione ciascuna un numero *dispari* di cunicoli: quelli in numero pari per entrare e uscire, piú uno per uscire dalla tana di Black e uno per entrare nella tana grande.

All’inizio ci sono *tre* cunicoli che sboccano in ogni tana: uno per ciascuna delle altre tre tane. Questo va bene per la tana di Black e per quella grande, ma ci vorrebbero invece *quattro* cunicoli per quelle di papà e Red. Semplice! Con la scusa di fare un favore a Red, Black scava un nuovo cunicolo tra le tane di papà e di Red, ed ecco fatto. O quasi: resta da trovare il percorso. Ma questo è facile, ce ne sono tanti: per esempio BPGBRPRG (a voi scoprire il significato di questa... misteriosa notazione).

Anche questa è informatica! Come facciamo a evitare che i nostri ragionamenti si riferiscano solo a talpe e cunicoli, un ambito un poco ristretto? Ci concentriamo sui collegamenti in generale, con un processo di *astrazione*, ossia di eliminazione dei dettagli piú specifici. Dovremo inventare alcuni termini che non si riferiscano al mondo delle talpe, tane e cunicoli. Per esempio zuffi, svuoli e ramazzi... Non molto pratico. Meglio prendere a prestito nomi da strutture già conosciute, ma un po’ meno... sotterranee. Per esempio, una rete è fatta da corde annodate. I nodi sono tutti collegati insieme. “Rete” è un buon termine, che usiamo per la rete Internet. Ma prima di Internet si parlava di “grafi” (non tanto prima: in alcuni dizionari vecchioti il termine “grafo” non compare): insieme di “nodi” collegati tra loro da “lati”. I nostri *nodi* sono le tane, che possiamo *etichettare* con le lettere B, R, G, P, per esempio, e i *lati* sono i cunicoli, BR, oppure PG o GP: non ci sono sensi vietati laggiú³, ma i nostri nodi

³La convenzione comunemente adottata fra chi si occupa di teoria dei grafi è di chiamare *lati* (*edge*) i collegamenti “non orientati” (in cui è indifferente considerare AB o BA fra i nodi A e B) e *archi* (*arc*) quelli orientati.





potrebbero essere piazze, e i lati vie, oppure persone e coppie, oppure persone e piatti preferiti, oppure miriadi di altre cose. Il nostro grafo di nodi B, R, G, P è *completo* (ogni coppia di nodi è collegata) e pertanto ogni nodo ha grado 3, se indichiamo col termine “grado” il numero di collegamenti.

Approfondimenti. Un famoso *teorema di Eulero* (siamo nel '700) stabilisce che tutti i lati di un grafo sono percorribili *una e una sola volta* purché abbiamo *al più due nodi con grado dispari*, a patto che i due nodi di grado dispari siano il punto di partenza e il punto di arrivo. Si dimostra che questa condizione è *necessaria* proprio nel modo indicato dalla nostra piccola talpa Black. Dimostrare che la condizione è anche *sufficiente*, ossia che si può effettivamente poi trovare un *cammino euleriano* (chissà perché l'hanno chiamato così...) è un po' più complicato.

Ma lo si può fare *costruttivamente*, ossia determinando effettivamente un cammino, per esempio tramite un antico *algoritmo* risalente al 1883 e dovuto al francese Fleury. Partiamo da uno dei nodi di grado dispari e percorriamo i lati eliminandoli via via ma senza “scollegare” il grafo, finché è possibile. Per “scollegare” intendiamo che il grafo si spezza in più parti non collegate tra loro: non è più possibile andare da un nodo a qualche altro. Per esempio, se andiamo da B a P e togliamo il lato BP, poi possiamo andare da P a G e quindi da G tornare in B eliminando i lati percorsi (aiutatevi con un disegno): ora B ha solo un lato che lo collega a R, non possiamo far altro che percorrere ed eliminare quel lato, scollegando il nodo B. Pazienza, abbiamo semplicemente finito di passare per B. Ora siamo in R ma non dobbiamo andare in G, scollegandolo, perché abbiamo un'alternativa: i due lati paralleli che collegano R a P (il cunicolo originario e quello nuovo scavato da Black): andiamo e torniamo, e poi finalmente raggiungiamo G.

L'algoritmo di Fleury funziona sempre, se il grafo è *euleriano* (ossia ha solo due nodi di grado dispari: se non ne ha nessuno tanto meglio, possiamo partire da un nodo qualsiasi e fare un giro completo passando per ogni lato una e una sola volta).

Parole chiave e riferimenti: Grafi; grafi completi; grafi euleriani; teorema di Eulero; algoritmo di Fleury.

Soluzione del quesito “La vocale fortunata”

Soluzione per la categoria “Medie”. (Testo a pagina 14)

La vocale fortunata è la I.

Esaminiamo le risposte dell’oracolo alla luce di quanto conosciamo. La parola che inizia per A contiene E: quindi A non è la vocale fortunata, perché la parola che inizia con la vocale fortunata non contiene altre vocali!

La parola che inizia per I non contiene O: quindi O non è la vocale fortunata, perché la vocale fortunata è contenuta in tutte le parole! Possiamo fin d’ora notare che ogni risposta dell’oracolo esclude una delle due vocali coinvolte: o perché tale vocale non è contenuta nella parola, o perché la parola contiene altre vocali.

Poiché la parola che inizia per U contiene A possiamo escludere la U, e infine, dato che la parola che inizia per E contiene I, possiamo escludere anche E: abbiamo escluso nell’ordine A, O, U ed E, non resta che I!

Soluzione per la categoria “Biennio”. (Testo a pagina 26)

Esaminiamo le risposte dell’oracolo che conosciamo. La parola che inizia per A contiene E: quindi A non è la vocale fortunata, perché la parola che inizia con la vocale fortunata non contiene altre vocali!

La parola che inizia per I non contiene O: quindi O non è la vocale fortunata, perché la vocale fortunata è contenuta in tutte le parole! Ogni risposta dell’oracolo esclude una delle due vocali coinvolte: o perché tale vocale non è contenuta nella parola, o perché la parola contiene altre vocali.

Poiché la parola che inizia per U contiene A, possiamo escludere la U. Avendo escluso A, O e U, rimangono I ed E: dobbiamo formulare una domanda che, in base alla risposta, consenta poi di escludere una delle due vocali. Vanno bene sia “La parola che inizia per I contiene E?” sia “La parola che inizia per E contiene I?”.

Anche questa è informatica! Come abbiamo visto, ciascuna domanda ben posta esclude una e una sola lettera. Una domanda ben posta è una domanda che riguarda due lettere distinte: la domanda “La parola che inizia per





X contiene X?” ha sempre risposta “Sì” e non aggiunge alcuna informazione! Le domande che escludono lettere già escluse sono ovviamente superflue: in generale per individuare una lettera sono necessarie e sufficienti tante domande quante sono le lettere meno una, perché ogni domanda esclude una lettera, finché resta solo quella fortunata.

Stabilire una procedura precisa (un algoritmo) per arrivare a un risultato richiesto, misurando anche la quantità di risorse (nel nostro caso, il numero di domande) necessarie per completare il compito, è un obiettivo tipico dell'Informatica. La quantità di risorse necessarie è definita la *complessità* dell'algoritmo.

Approfondimenti. Il quesito si ispira al cosiddetto “problema delle celebrità”, ideato per evidenziare che non è sempre necessario esaminare tutti i dati disponibili! Mentre di solito è una cattiva idea ignorare alcuni dati, qualche volta questo consente di arrivare più facilmente al risultato corretto.

Se a una festa partecipano 100 persone e io so esattamente chi conosce chi, ho le informazioni relative a 10.000 possibili conoscenze (una per ciascuna coppia ordinata di persone: Aldo conosce Bruna, ma Bruna può non conoscere Aldo; ciascuno conosce se stesso — diamolo per scontato, e così via). Se voglio scoprire se tra le 100 persone c'è una celebrità, definita come una persona conosciuta da tutti ma che viceversa non conosce nessuno, non ho bisogno di esaminare tutti i 10.000 dati, perché se Aldo conosce Bruna allora Aldo non è la celebrità (che non conosce nessuno, ma può esserlo Bruna)! Anche in questo caso dunque, se esamino i dati in modo opportuno, ciascun dato esclude una persona, ed esaminando solo 99 dati alla fine mi resterà un solo candidato. Se non sono sicuro che tra i presenti ci sia davvero una celebrità, alla fine dovrò controllare che effettivamente il candidato non conosca nessuno (se ammettessi che la celebrità potesse conoscere qualcuno, non potrei escludere... quelli che conoscono qualcuno!) diverso da se stesso: altri 99 controlli, ma sempre molti meno di 10.000! Nel nostro quesito era garantito che ci fosse una vocale fortunata: non servivano ulteriori controlli.

Parole chiave e riferimenti: Complessità degli algoritmi; problema delle celebrità.

Soluzione del quesito “Metti in ordine”

Soluzione. (Testo a pagina 15)

Ci sono diverse soluzioni al quesito. Per esempio è possibile mettere in ordine le carte spostando:

- il 10 sul piatto rosso;
- il 2 nel posto lasciato libero dal 10;
- il 4 nel posto lasciato libero dal 2;
- il 9 nel posto lasciato libero dal 4;
- il 10 nel posto lasciato libero dal 9;

per un totale di 5 mosse. In meno di 5 mosse non è possibile, perché le carte fuori posto, e quindi da spostare, sono 4 e occorre inoltre spostare inizialmente una carta dal vassoio giallo al piatto rosso per creare nel vassoio giallo un primo spazio libero senza il quale non è possibile far andare le carte man mano al loro posto.

Difficoltà ed errori frequenti. Per minimizzare il numero delle mosse da effettuare è utile aver presente l'ordine finale delle carte: 2, 4, 7, 9, 10. Ciò consente di rilevare immediatamente che la carta di valore 7 è già nel posto corretto: non si deve perciò metterla nel piatto rosso. Basta invece spostare nel piatto rosso una carta qualsiasi fuori posto, e mettere nel posto così liberato sul vassoio giallo la carta che deve andare in quel posto.

Anche questa è informatica! Il problema dell'ordinamento (*sorting* in inglese) è un problema molto studiato in informatica per la sua importanza in moltissimi ambiti. Pensate solo a come sarebbe difficile trovare una parola nel dizionario o un file nel vostro computer se le parole o i file non fossero disposti secondo un qualche ordine (alfabetico o altro).





Approfondimenti. Nel quesito gli elementi da ordinare erano soltanto 5: era quindi facile stabilire l'ordine corretto e mettere le carte al posto giusto. Se fosse stato un mazzo completo da 52 carte sarebbe stato piú difficile; con 5000 elementi ci saremmo stancati prima della fine o avremmo commesso errori. Anche per un computer può infine essere un compito di estenuante lentezza ordinare 5 milioni di elementi (le partite di scacchi di un *data base* disponibile in commercio, per esempio), se non dispone di un *algoritmo di ordinamento efficiente*. Gli algoritmi elementari richiedono un numero di operazioni che cresce come il *quadrato* del numero degli elementi da ordinare: se il computer effettua un milione di operazioni al secondo, per ordinare un milione di elementi occorrono comunque un milione di secondi (circa 278 ore, cioè 11 giorni e mezzo). Algoritmi piú efficienti possono invece consentire di effettuare l'ordinamento di milioni di elementi in poche decine di secondi!

Parole chiave e riferimenti: Algoritmi di ordinamento; efficienza (o complessità) degli algoritmi.

Soluzione del quesito “Crucipuzzle informatico”

Soluzione. (Testo a pagina 16 e 27)

Le parole da trovare nello schema sono:

browser programma che visualizza pagine web;

protocollo un insieme di regole adottato nella trasmissione dei dati;

worm rese tristemente famoso Robert T. Morris il 2 novembre 1988;

password insieme allo username consente l'autenticazione in molti sistemi;

URL (*Uniform Resource Locator*) negli standard web indica l'indirizzo di una risorsa su Internet;

client un programma che inizia una comunicazione verso un server;

scaricare usare la rete per trasferire dati sulla memoria di massa del computer in uso;

wireless comunicazione eterea...;

banda la sua larghezza indica la quantità di dati che possono essere trasmessi nell'unità di tempo;

numero IP (*Internet Protocol*) identificatore di un elemento della rete Internet;

DNS (*Domain Name System*) permette di risalire a un elemento della rete Internet tramite un nome simbolico;

La disposizione delle parole nello schema è mostrata in figura.

Risolto dunque il “Crucipuzzle”, le lettere rimanenti rispondono alla domanda: “Che fare se un professore non sa una risposta?” Be', *usare un motore di ricerca* può aiutare...





U	S	D	R	O	W	S	S	A	P
A	P	I	O	R	E	M	U	N	R
E	U	R	E	S	W	O	R	B	D
O	L	L	O	C	O	T	O	R	P
N	M	T	N	E	I	L	C	L	O
S	C	A	R	I	C	A	R	E	T
O	R	M	R	O	W	U	E	D	I
R	I	C	A	D	N	A	B	E	R
C	A	S	S	E	L	E	R	I	W

Soluzione del quesito “L’ascensore capriccioso”

Soluzione. (Testo a pagina 17 e 28)

La portinaia visita i piani nell’ordine: 3–6–2–5–1–4–7–T.

È molto facile *verificare* che la soluzione indicata è corretta: basta scorrerla dall’inizio controllando che il piano successivo sia raggiungibile dal precedente (secondo le regole dell’ascensore capriccioso) e che tutti i piani appaiano nell’elenco una volta sola.

È invece meno facile *determinare* la soluzione. Si può ragionare come segue. Supponiamo di salire dal pianterreno al piano 2: nella nostra visita di tutti i piani, prima o poi dovremo giungere anche al piano 6, da cui si può soltanto scendere di 4 piani, ritrovandosi al piano 2. Ne segue che non è possibile cominciare la visita dal secondo piano!

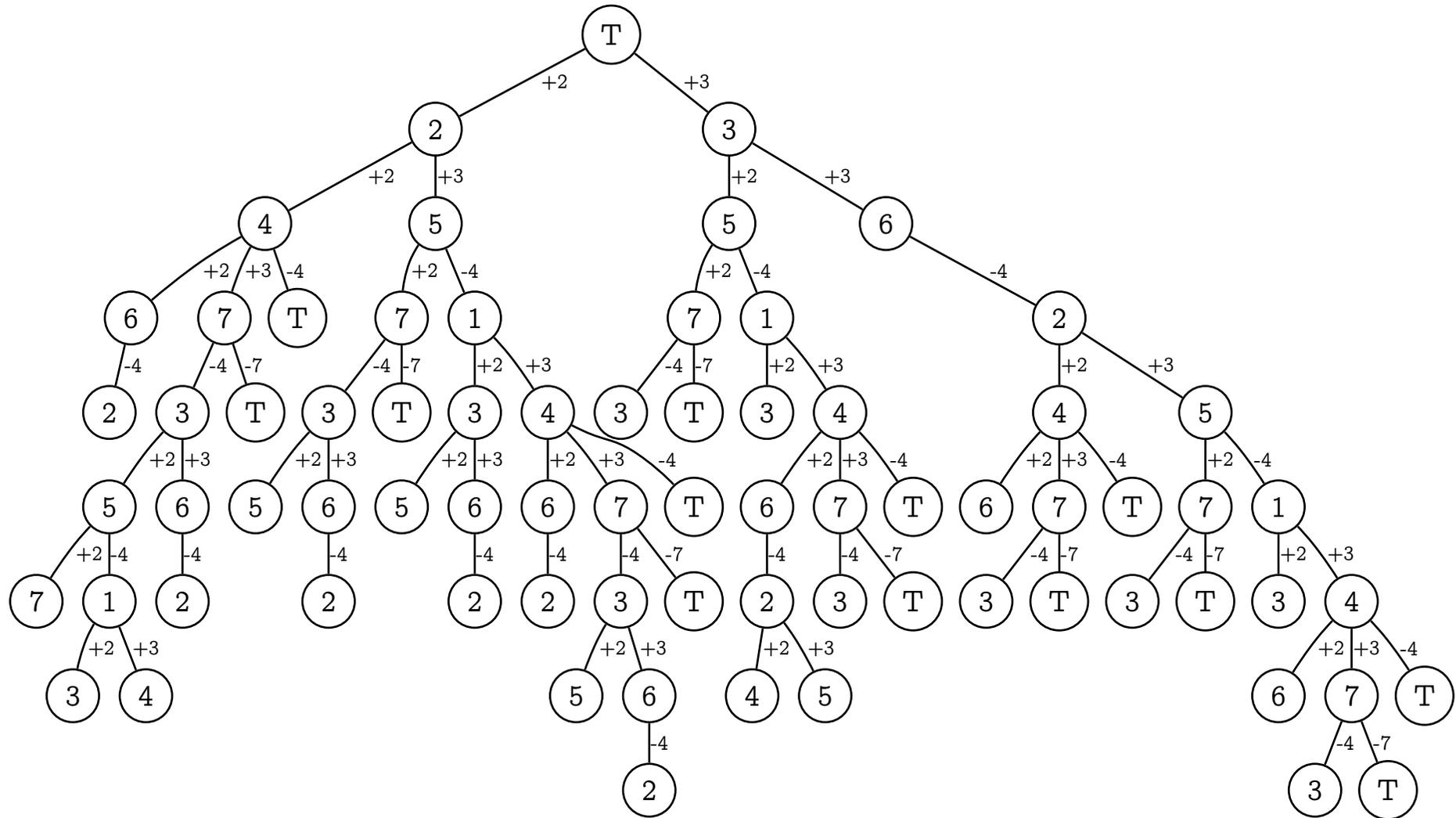
Analogamente, se partiamo dal terzo piano e raggiungiamo il settimo prima di aver visitato tutti i piani, non potremo più farlo perché o torneremo al pianterreno o ci ritroveremo al terzo. Questo fatto porta ad escludere anche i percorsi iniziali 3–5–7 e 3–5–1–4–7.

Ma anche 3–5–1–4–6–2 non funziona, perché dal secondo piano possiamo solo salire ai piani 4 o 5 già visitati. Non restano che 3–6–2–4–7, che ancora non va bene, e 3–6–2–5–1–4–7–T, che è dunque l’unico percorso corretto. A posteriori è anche facile ricordarlo: non si deve mai salire di due piani!

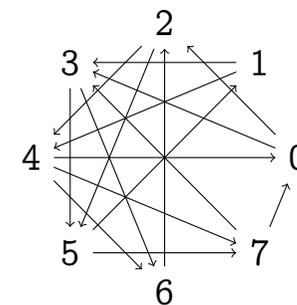
La ricerca sistematica di una soluzione, provando tutte le possibilità, è piuttosto laboriosa. Un metodo prevede la costruzione di un *albero delle decisioni* (vedi figura) in cui in ciascun piano (nodo dell’albero) ci si chiede quali azioni è possibile intraprendere (cioè quale piano si può raggiungere).

Esaminando l’albero si vede anche che quella indicata è l’unica soluzione possibile.





Anche questa è informatica! Ancora una volta abbiamo a che fare con un problema di *grafi*, una struttura dati molto studiata in informatica e ricorrente nei nostri libretti (si veda ad esempio il quesito “Talpe” a pag 13). In particolare il problema di questo quesito può essere posto in maniera più astratta considerando il *grafo di raggiungibilità* dei piani: un grafo cioè in cui si ha un nodo per ogni piano e si pone un arco (orientato) fra i piani raggiungibili con uno spostamento dell’ascensore: Il problema consiste quindi nel trovare un *ciclo hamiltoniano*⁴, cioè un percorso chiuso che passa una e una sola volta da tutti i nodi. Si tratta di un problema famoso, che in questa forma astratta emerge in molte situazioni.



Approfondimenti. Non sono note soluzioni “facili” al problema della ricerca di cicli hamiltoniani in un grafo: generalmente gli informatici considerano “facili” le soluzioni per le quali il tempo di elaborazione aumenta con la dimensione del problema secondo una relazione polinomiale (per esempio raddoppiando la dimensione — il numero di nodi o di archi — del grafo il tempo di elaborazione potrebbe diventare otto volte quello iniziale: si tratterebbe di una relazione $O(d^3)$, se d è la dimensione considerata). Se così fosse si direbbe che il problema è di tipo P (che sta per Polinomiale).

Per quel che attualmente si sa, trovare cicli hamiltoniani non è di tipo P. Il problema però ha un’altra proprietà interessante: abbiamo già visto che è facile verificare che una data soluzione del problema è corretta. Si tratta infatti di verificare la correttezza del percorso: attività che richiede tempi proporzionali al numero di nodi del grafo (polinomiale $O(d)$ quindi!). I problemi che hanno questa caratteristica si dicono di tipo NP (che sta per Non-deterministicamente Polinomiale: il nome sembra strano, ma indica il fatto che un chiaroveggente che fosse in grado di indovinare sempre la scelta giusta in un albero delle decisioni come quello che abbiamo utilizzato sopra, sarebbe capace di risolvere il problema in tempo polinomiale; il comportamento di questa entità astratta molto fortunata è chiaramente non determinabile a priori, si tratta quindi di un’entità non deterministica).

Parole chiave e riferimenti: Grafi hamiltoniani; P e NP.

⁴Da non confondere con i cicli o cammini euleriani (vedi pagina 44), che invece sono circuiti che passano una sola volta per tutti gli archi di un grafo.





Soluzione del quesito “Le fusioni”

Soluzione. (Testo a pagina 18 e 30)

Un procedimento corretto per giungere alla soluzione è quello di fondere di volta in volta le due aziende presenti aventi costo di fusione *minimo*, ossia aventi i due costi piú bassi possibili. Una soluzione è quindi la seguente. Fondo le aziende di costi 1 e 2 ottenendo una nuova azienda di costo 3: ora le due aziende presenti di costo minimo hanno entrambe costo 3: le fondo insieme e ottengo un'azienda di costo 6. Adesso devo stare attento: le due aziende di costo minimo sono quelle di costi 4 e 5, non devo quindi fondere aziende di costo 6. Dopo questa fusione di costo 9 posso, anzi debbo, fondere insieme le due aziende di costo 6, ottenendone una di costo 12. Ho ancora un'azienda di costo 7 che fondo con quella di costo 9 e infine fondo le due ultime aziende di costo 12 e 16: il costo complessivo risulta $3 + 6 + 9 + 12 + 16 + 28 = 74$. La possibilità offerta dal programma online di effettuare materialmente le fusioni totalizzando i costi aiutava molto a fare le operazioni senza sbagliare, pur di selezionare i valori minimi.

Anche questa è informatica! Consideriamo un problema apparentemente molto diverso: quello di rappresentare un testo *codificandone* i simboli in modo da rendere *minima* la *lunghezza* del testo codificato, mantenendo però la possibilità di ricostruire perfettamente il testo stesso (ossia senza avere perdita di *informazione*). Abbiamo visto un esempio di un problema analogo nel quesito sulla codifica dell'immagine: se ho 1000 quadretti rossi in una riga, è certamente piú breve scrivere “1000R” invece che “RR...R” mille volte. Qui però il problema è un po' diverso: in un certo senso devo decidere come rappresentare un quadretto rosso. Lo rappresento con la parola “rosso”, con “red” o semplicemente con “R”? Piú specificamente, se ho a disposizione solo due simboli, 0 e 1 (che chiamerò *bit*) e devo rappresentare con questi tutti i caratteri dell'alfabeto (e anche lo spazio, la virgola, eccetera), mi conviene usare per ciascun simbolo lo stesso numero di bit (per esempio 8, come nella codifica ASCII, se devo rappresentare 256 simboli diversi), oppure un numero variabile di bit? Nei testi in italiano di solito i caratteri

z e q , per esempio, sono molto meno frequenti di a ed e : è “giusto” usare lo stesso numero di bit in tutti i casi? Evidentemente no, se voglio un testo breve! Però devo stare attento: se dico che 0 rappresenta a mentre 1 rappresenta e , poi 00 rappresenta z e 11 rappresenta q , come faccio a distinguere aa da z ? Semplicemente non posso, quindi ci vuole un’idea un po’ piú furba, quella che ha portato David Huffman a scoprire la codifica che porta il suo nome, nel lontano 1952. Il punto essenziale dell’idea di Huffman è comunque quello di partire dai caratteri che nel testo hanno la *frequenza minore* e arrivare via via a quelli con la frequenza maggiore, proprio come abbiamo fatto per i costi delle nostre fusioni.

Approfondimenti. A prima vista potrebbe sembrare che la somma dei costi delle fusioni non dipenda dall’ordine con cui vengono fatte. In fondo, l’ultima fusione avrà sempre costo pari alla somma dei costi, ossia $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28$ (quanto vale in generale la somma dei primi n numeri interi positivi?). Ma se provate a sommare di volta in volta i valori *massimi* presenti, invece dei minimi, otterrete $13 + 18 + 22 + 25 + 27 + 28 = 133$, e di fatto cambiando l’ordine delle fusioni potete ottenere tutti i valori intermedi tra 74 e 133. Non è affatto detto, infine, che ci sia un unico modo di ottenere le fusioni con costo minimo. Infatti anche le fusioni $1 + 2 = 3$, $3 + 4 = 7$, $3 + 5 = 8$, $7 + 7 = 14$, $6 + 8 = 14$, $14 + 14 = 28$, per esempio, danno un costo totale pari a $3 + 7 + 8 + 14 + 14 + 28 = 74$. Ci sono altri due insiemi di costi parziali con somma 74, che potreste divertirvi a scoprire. Oppure come ottenere costo 75, o 100, o...

Parole chiave e riferimenti: Codifica dell’informazione; algoritmo di Huffman.





Soluzione del quesito “Dal tronco al fiore”

Soluzione. (Testo a pagina 21)

Il fiore blu è raggiungibile tramite il percorso TDSDDSSS; si deve partire dal Tronco, alla prima diramazione prendere il ramo di Destra, poi quello di Sinistra e così via.

Anche questa è informatica! Gli *alberi* sono *strutture di dati* fondamentali in informatica e li abbiamo incontrati spesso nei quesiti delle scorse edizioni. Sono utili per rappresentare informazioni di tipo gerarchico, come nel caso degli alberi genealogici (vedi ad esempio i quesiti “La famiglia Pre” - edizione 2010 o “Il pianeta Alber” - edizione 2009) o per visualizzare le possibili mosse che si possono eseguire in un gioco di strategia (vedi ad esempio i quesiti “Una partita a tris” - edizione 2010, “Hop” - edizione 2009). In questo libretto si parla di *alberi di decisione* anche nel quesito “L’ascensore capriccioso” (vedi pagina 51).

Parole chiave e riferimenti: Alberi; strutture di dati.

Soluzione del quesito “Serpente”

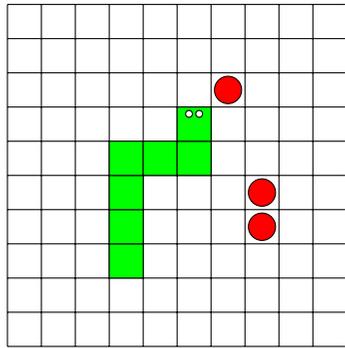
Soluzione. (Testo a pagina 23) La soluzione è riportata nella pagina seguente.

Difficoltà ed errori frequenti. Il punto dove è più facile sbagliare è l'ultimo allungamento, che deve avvenire secondo la direzione determinata dagli ultimi due elementi in coda al serpente, quindi verso il basso in quel caso.

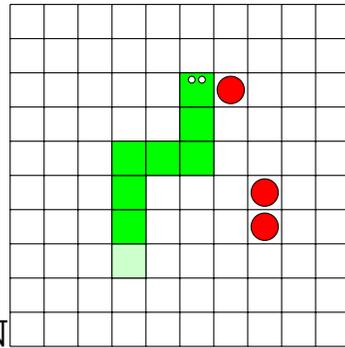
Anche questa è informatica! Il cambiamento del colore di un elemento dello schermo è il meccanismo col quale si crea l'illusione del movimento in un computer come in un televisore. Al giorno d'oggi la *risoluzione*, ossia il numero di quadratini (*pixel*) di cui è costituita la griglia delle schermate può essere molto fitta, per esempio 1600×900 . Ma è possibile ottenere animazioni credibili anche con griglie molto più grossolane: Snake — un video gioco degli anni '70 reso particolarmente popolare da un suo clone distribuito con i telefonini Nokia a partire dal 1998 — risulta assai divertente anche su una griglia 80×25 ; lo scopo del gioco è muovere un serpente che nel tempo tende ad allungarsi, evitando di farlo attorcigliare.

Parole chiave e riferimenti: Risoluzione grafica; pixel; Snake.

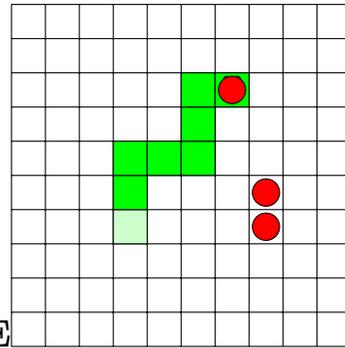




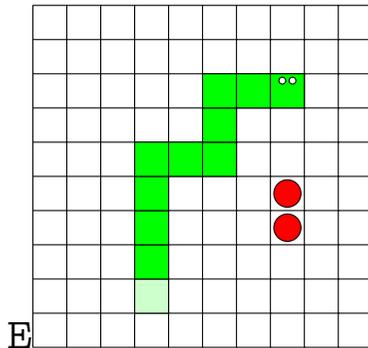
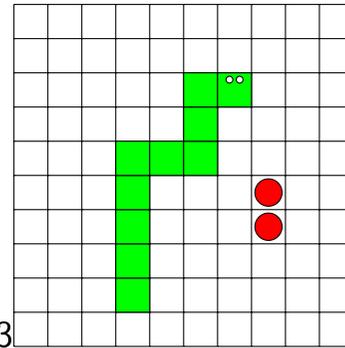
N



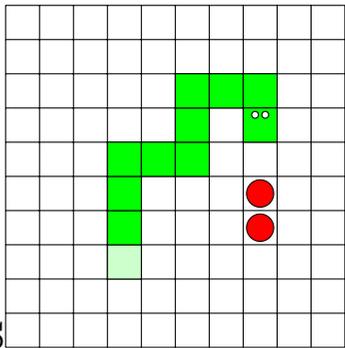
E



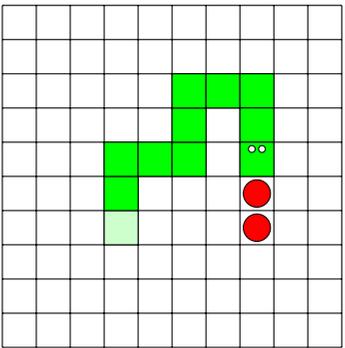
+3



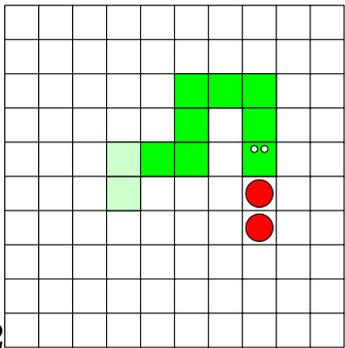
E



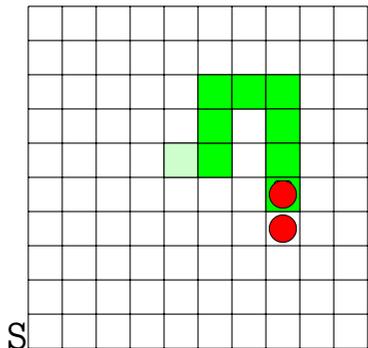
S



S

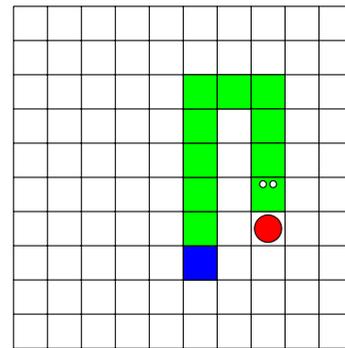
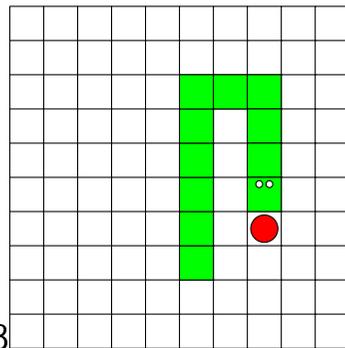


-2



S

+3



Soluzione del quesito “L’ascensione favolosa”

Sono possibili diverse soluzioni, una delle quali è rappresentata in figura.

Per ragionare sulla soluzione è utile considerare il sistema caratterizzato dalle seguenti variabili: Tempo Kangou, Razioni Kangou, Posizione Kangou, Tempo Sherpa, Razioni Sherpa, Posizione Sherpa. A questo punto possiamo seguire l’evoluzione del sistema nel succedersi delle attività

Tempo K.	Razioni K.	Posizione K.	Tempo S.	Razioni S.	Posizione S.
0	18	0	0	18	0
6	12	6	0	18	0
6	12	6	6	12	6
6	18	6	6	6	6
12	12	12	6	6	6
12	12	12	12	0	0
12	12	12	18	0	0
15	9	15	18	0	0
18	6	12	18	0	0
18	6	12	18	18	0
24	0	6	18	18	0
24	0	6	24	12	6
24	6	6	24	6	6
24	6	6	30	0	0
30	0	0	30	0	0

Kangou	Rifornimento	Razioni: 18
Sherpa	Rifornimento	Razioni: 18
Kangou	Sali	Giorni: 6
Sherpa	Sali	Giorni: 6
Sherpa	Passa razioni	Quante: 6
Kangou	Sali	Giorni: 6
Sherpa	Scendi	Giorni: 6
Sherpa	Riposa	Giorni: 6
Kangou	Sali	Giorni: 3
Kangou	Scendi	Giorni: 3
Sherpa	Rifornimento	Quante: 18
Kangou	Scendi	Giorni: 6
Sherpa	Sali	Giorni: 6
Sherpa	Passa razioni	Quante: 6
Sherpa	Scendi	Giorni: 6
Kangou	Scendi	Giorni: 6

Anche questa è informatica! Quella esemplificata dal quesito è una tipica attività *programmativa*. Si tratta cioè di combinare ripetutamente operazioni dagli effetti noti (effetti che gli esperti chiamerebbero “*post-condizioni*”) per ottenere il risultato voluto. Naturalmente ciò che si può fare in un dato istante dipende dallo





stato del sistema (“*pre-condizioni*”): per esempio, affinché Kangou e Sherpa possano passarsi razioni devono essere entrambi nello stesso posto. Il quesito permetteva (tramite l’interfaccia grafica) di comporre le operazioni solo in sequenza; nella pratica informatica è invece comune usare linguaggi di programmazione capaci di composizioni più ricche, con composizioni condizionali, ripetizioni ed esecuzioni parallele.

Parole chiave e riferimenti: Programmazione; pre e post-condizioni.