

34^a Edizione

OLIMPIADI di Fisica 2020

Gara di 1° livello

giovedì 12 dicembre 2019

**Non sfogliare il fascicolo!
Aspetta che sia dato il via.**

ISTRUZIONI:

(leggi con attenzione)

1. Ti viene presentato un questionario comprendente 40 quesiti; per ciascun quesito sono suggerite 5 risposte, contrassegnate dalle lettere A, B, C, D, E: tra queste SOLO UNA è quella corretta.
I quesiti sono ordinati in modo casuale rispetto all'argomento di cui trattano e alla difficoltà; si consiglia quindi di leggerli tutti, fino alla fine, prima di iniziare a rispondere.
2. Tra le risposte suggerite, devi scegliere quella che ti sembra la più appropriata e, quando sei sicuro, devi riportare la lettera corrispondente (A, B, C, D oppure E) nel FOGLIO RISPOSTE, nella casella accanto al numero d'ordine del relativo quesito.
ATTENTO agli errori di trascrizione perché fa fede quello che hai segnato nel foglio risposte.
3. UNA SOLA RISPOSTA è ammessa per ciascuna domanda.
4. Se vuoi avere la possibilità di modificare qualcuna delle risposte date, scrivi a matita e, se pensi di aver sbagliato, cancella con una gomma morbida.
5. Insieme al questionario ti è stata consegnata (vedi a pag. 2) una tabella con i valori di alcune costanti importanti in fisica.
6. Puoi usare la calcolatrice tascabile.
7. Tieni presente che verranno applicate le seguenti

REGOLE RELATIVE AL PUNTEGGIO:

- Per ogni risposta corretta verranno assegnati 5 punti.
 - Per ogni quesito senza risposta verrà assegnato 1 punto.
 - Nessun punto si perde o si guadagna per le risposte errate.
8. Hai 100 MINUTI di tempo dall'inizio della prova.

Ora aspetta che ti sia dato il via e...

BUON LAVORO !

Le Olimpiadi di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

TAVOLA DI COSTANTI FISICHE

COSTANTI FISICHE PRIMARIE [Valori esatti per definizione – (26.CGPM/16.11.2018)]			
COSTANTE	SIMB.	VALORE	UNITÀ
Velocità della luce nel vuoto	c	$2.997\,924\,58 \times 10^8$	m s^{-1}
Carica elementare	e	$1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$	C
Costante di Planck	h	$6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$	J s
Costante di Boltzmann	k	$1.380\,649 \times 10^{-23}$	J K^{-1}
Costante di Avogadro	N_A	$6.022\,140\,76 \times 10^{23}$	mol^{-1}
ALTRE COSTANTI FISICHE †			
Massa dell'elettrone	m_e	9.1094×10^{-31} $= 5.1100 \times 10^2$	kg $\text{keV } c^{-2}$
Massa del protone	m_p	1.67262×10^{-27} $= 9.3827 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Massa del neutrone	m_n	1.67493×10^{-27} $= 9.3955 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Permeabilità magnetica del vuoto	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} = 1.25664 \times 10^{-6}$	H m^{-1}
Costante dielettrica del vuoto: $1/(\mu_0 c^2)$	ϵ_0	8.8542×10^{-12}	F m^{-1}
Costante elettrostatica: $1/(4\pi\epsilon_0)$	k_{es}	$c^2 \times 10^{-7} = 8.9876 \times 10^9$	m F^{-1}
Costante universale dei gas: $N_A k$	R	8.3145	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Costante di Faraday: $N_A e$	F	9.6485×10^4	C mol^{-1}
Costante di Stefan–Boltzmann	σ	5.6704×10^{-8}	$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$
Costante di gravitazione universale	G	6.674×10^{-11}	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
Pressione atmosferica standard	p_0	1.01325×10^5	Pa
Temperatura standard (0°C)	T_0	273.15	K
Volume molare di un gas perfetto in condizioni standard (p_0, T_0)	V_m	2.2414×10^{-2}	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Unità di massa atomica	u	1.66054×10^{-27}	kg

TAVOLA DI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI †

Accelerazione di gravità (val. convenzionale)	g	9.80665	m s^{-2}
Densità dell'acqua (a 4°C)*	ρ_a	1.00000×10^3	kg m^{-3}
Calore specifico dell'acqua (a 20°C)*	c_a	4.182×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Densità del ghiaccio (a 0°C)*	$\rho_{g,0}$	0.917×10^3	kg m^{-3}
Calore di fusione del ghiaccio	λ_f	3.344×10^5	J kg^{-1}
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100°C)*	λ_v	2.257×10^6	J kg^{-1}
Indice di rifrazione dell'acqua	n_a	1.33	

† Valori arrotondati, da considerare esatti nella soluzione delle prove delle Olimpiadi di Fisica.

* Salvo diversa indicazione esplicita, questi dati si potranno utilizzare anche ad altre temperature senza errori importanti.

NOTA BENE

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico questo materiale alle due seguenti condizioni: citare la fonte; non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.

Q1

Una palla viene lasciata cadere da ferma e tocca il suolo con velocità 20 m s^{-1} .

- Supponendo di poter trascurare la resistenza dell'aria, il tempo di volo è circa

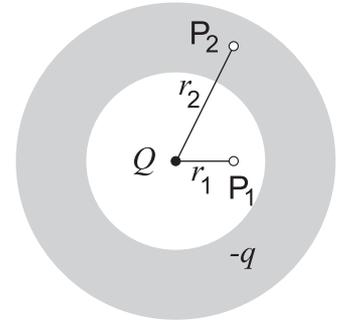
- A 0.25 s B 0.5 s C 1 s D 2 s E 10 s

Q2

Una carica puntiforme Q è posta al centro di un guscio sferico di materiale conduttore, rappresentato in figura dalla parte scura. Una carica $-q$ viene depositata sul guscio

- In condizioni di equilibrio, le intensità del campo elettrico nei punti P_1 e P_2 , a distanza rispettivamente uguale a r_1 ed r_2 dal centro, valgono

	$E(P_1)$	$E(P_2)$
<input type="checkbox"/> A	0	0
<input type="checkbox"/> B	kQ/r_1^2	0
<input type="checkbox"/> C	$k(Q - q)/r_1^2$	0
<input type="checkbox"/> D	0	$k(Q - q)/r_2^2$
<input type="checkbox"/> E	kQ/r_1^2	$k(Q - q)/r_2^2$

**Q3**

Due onde sinusoidali con la stessa lunghezza d'onda, frequenza e ampiezza si propagano nella stessa direzione, nello stesso verso e nello stesso mezzo. Esse sono sfasate di $\pi/2$ rad.

- Rispetto alle onde che interferiscono, l'onda risultante avrà:

- A stessa ampiezza e velocità ma diversa lunghezza d'onda.
 B stessa ampiezza e lunghezza d'onda ma diversa velocità.
 C stessa lunghezza d'onda e velocità ma diversa ampiezza.
 D stessa ampiezza e frequenza ma diversa velocità.
 E stessa frequenza e velocità ma diversa lunghezza d'onda.

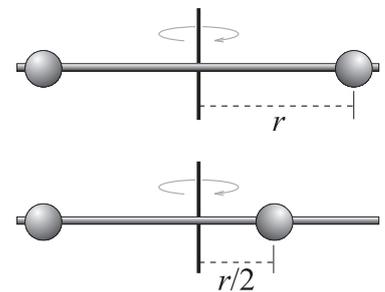
Q4

Un'asta di massa trascurabile è vincolata a ruotare su un piano orizzontale intorno ad un asse verticale passante per il suo centro. Sull'asta sono fissate due sferette identiche a distanza r dall'asse, come mostrato in figura, in alto.

Inizialmente il sistema ruota a velocità angolare ω . Una delle due sferette viene poi spostata a distanza $r/2$ dall'asse di rotazione da una forza diretta lungo l'asta (v. figura in basso).

- Qual è la nuova velocità angolare del sistema?

- A $\omega/4$ B $\omega/2$ C $8\omega/5$ D 2ω E 4ω

**Q5**

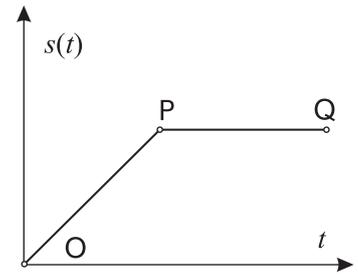
Una particella di carica positiva q e massa m descrive una traiettoria circolare di raggio R , perpendicolare a un campo magnetico uniforme. La frequenza di rotazione è f .

- Qual è l'intensità del campo magnetico?

- A $\frac{fm}{q}$ B $\frac{2\pi fm}{q}$ C $\frac{m}{2\pi fq}$ D $\frac{m}{qR}$ E $\frac{fm}{2\pi q}$

Q6

Il grafico mostra come varia lo spostamento di un corpo al passare del tempo.



- Quale riga della seguente tabella descrive correttamente il moto del corpo?

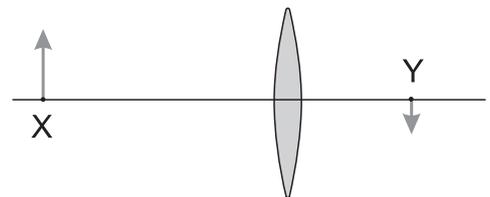
moto da O a P

moto da P a Q

- | | | |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A | accelerazione costante non nulla | velocità nulla |
| <input type="checkbox"/> B | accelerazione costante non nulla | velocità costante non nulla |
| <input type="checkbox"/> C | velocità costante non nulla | velocità nulla |
| <input type="checkbox"/> D | velocità nulla | velocità costante non nulla |
| <input type="checkbox"/> E | velocità costante non nulla | accelerazione costante negativa |

Q7

In figura è mostrato un oggetto alto 30 mm posizionato nel punto X a 600 mm dal centro di una lente sottile. (Nota: il disegno non è in scala.) L'immagine si forma nel punto Y ed è alta 15 mm.



- Qual è la lunghezza focale della lente?

- A 150 mm B 200 mm C 300 mm D 450 mm E 600 mm

Q8

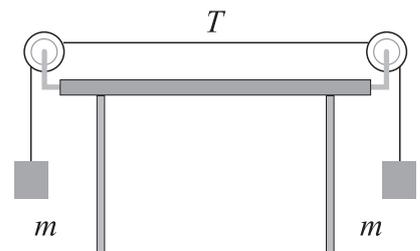
La bolletta della luce dei mesi di giugno e luglio 2019 del signor Luigi riporta 92 kWh.

- Tale consumo corrisponde a

- A 26 J s^{-2} B $9.2 \times 10^4 \text{ W}$ C $3.8 \times 10^5 \text{ J}$ D $3.3 \times 10^8 \text{ J}$ E $3.3 \times 10^8 \text{ J s}^{-1}$

Q9

Due oggetti di identica massa m sono collegati da un filo che passa attraverso due carrucole, come mostrato in figura.

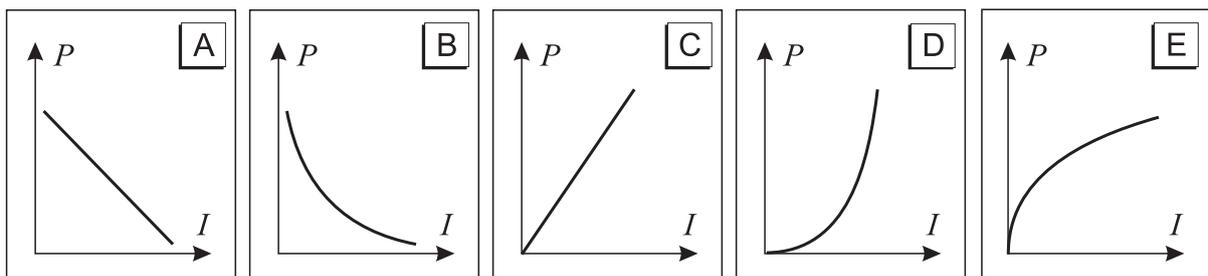


- Supponendo trascurabili sia la massa del filo che l'attrito con le carruole, quanto vale la tensione del filo nella situazione di equilibrio?

- | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> A | Meno di mg | <input type="checkbox"/> D | $2mg$ |
| <input type="checkbox"/> B | mg | <input type="checkbox"/> E | Più di $2mg$ |
| <input type="checkbox"/> C | Più di mg , ma meno di $2mg$ | | |

Q10

- Quale grafico rappresenta meglio la relazione tra la potenza elettrica P e la corrente I in un conduttore ohmico o resistore?



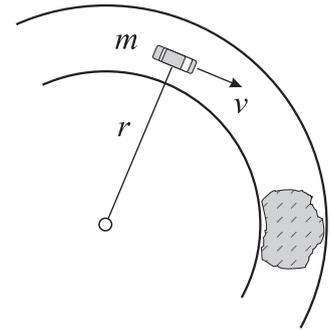
Q 11

Un veicolo di massa $m = 1.6 \times 10^3$ kg percorre alla velocità di 28 km/h una curva circolare di raggio 48 m; il coefficiente d'attrito statico tra le gomme e l'asfalto è $\mu_a = 0.65$.

Lungo il percorso si trova un tratto ghiacciato, dove il coefficiente d'attrito scende a $\mu_g = 0.15$.

- Qual è l'intensità della forza di attrito sulle ruote nel tratto ghiacciato?

- | | | | |
|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> A | 2.35×10^2 N | <input type="checkbox"/> D | 2.35×10^3 N |
| <input type="checkbox"/> B | 1.02×10^3 N | <input type="checkbox"/> E | 1.02×10^4 N |
| <input type="checkbox"/> C | 2.02×10^3 N | | |



Q 12

Un uomo è in piedi su una bilancia pesapersona elettronica dentro un ascensore in quiete rispetto a terra. La bilancia segna 90 kg. Ad un istante successivo, t , la bilancia segna 100 kg.

- Quale delle alternative in tabella può essere corretta per la velocità e l'accelerazione dell'ascensore all'istante t ?

	<i>velocità</i>	<i>accelerazione</i>
<input type="checkbox"/> A	verso il basso	verso l'alto
<input type="checkbox"/> B	verso il basso	verso il basso
<input type="checkbox"/> C	verso l'alto	verso il basso
<input type="checkbox"/> D	verso il basso	nulla
<input type="checkbox"/> E	verso l'alto	nulla

Q 13

- In un blog si legge che un inventore ha realizzato un innovativo motore termico che, funzionando tra le temperature di 90°C e 500°C , ha un rendimento del 62%.

- | | |
|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A | È un motore eccellente. |
| <input type="checkbox"/> B | È un motore sicuramente troppo inquinante. |
| <input type="checkbox"/> C | È un motore dal rendimento simile ai comuni motori termici operanti tra le stesse temperature. |
| <input type="checkbox"/> D | È un motore molto scadente. |
| <input type="checkbox"/> E | È una <i>fake news</i> . |

Q 14

Una zanzara, volando sull'autostrada, va a sbattere contro il parabrezza di un camion e resta spiacciata lì. Si indichino con Δp_c e F_c il modulo della variazione di quantità di moto del camion e della forza media applicata dal camion alla zanzara e, analogamente, con Δp_z e F_z il modulo della variazione di quantità di moto della zanzara e della forza media applicata dalla zanzara al camion.

- Quale riga della tabella seguente è corretta?

	<i>Intensità delle forze</i>	<i>Variazione di quantità di moto</i>
<input type="checkbox"/> A	$F_c > F_z$	$\Delta p_c < \Delta p_z$
<input type="checkbox"/> B	$F_c > F_z$	$\Delta p_c > \Delta p_z$
<input type="checkbox"/> C	$F_c > F_z$	$\Delta p_c = \Delta p_z$
<input type="checkbox"/> D	$F_c = F_z$	$\Delta p_c > \Delta p_z$
<input type="checkbox"/> E	$F_c = F_z$	$\Delta p_c = \Delta p_z$

Q 15

Le molecole di un gas alla temperatura di 40°C hanno un'energia cinetica media E_c .

- Alla temperatura di 355°C quanto vale, approssimativamente, l'energia cinetica media delle molecole?

- A $2 E_c$ B $4 E_c$ C $9 E_c$ D $30 E_c$ E $80 E_c$

Q 16

Si consideri il trattore mostrato in figura (il disegno è in scala).



- Quando il trattore si muove su una strada, qual è, approssimativamente, il rapporto tra la velocità angolare delle ruote anteriori e quella delle ruote posteriori?

- A $3/8$ D $4/3$
 B $3/4$ E $8/3$
 C 1

Q 17

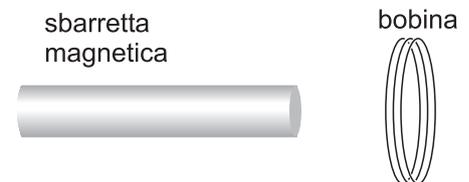
Il tempo di dimezzamento di un particolare nuclide radioattivo è 6 ore.

- Quale frazione di un certo campione di quei nuclidi decade in un giorno?

- A $\frac{1}{16}$ B $\frac{1}{4}$ C $\frac{1}{2}$ D $\frac{3}{4}$ E $\frac{15}{16}$

Q 18

Sono date una sbarretta magnetica disposta orizzontalmente e una bobina.



- Quali delle seguenti azioni produce una forza elettromotrice indotta nella bobina?

- 1 – Avvicinare il magnete alla bobina.
- 2 – Allontanare la bobina dal magnete.
- 3 – Ruotare la bobina attorno al suo asse verticale.

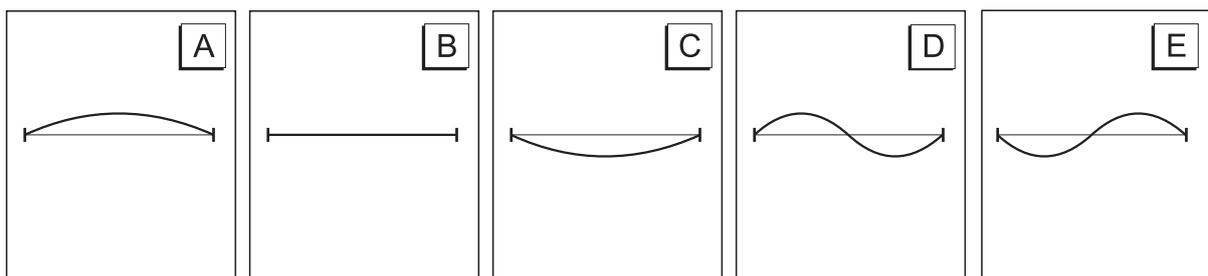
- A Solo la 1. B Solo la 2. C La 1 e la 2. D Solo la 3. E Tutte e tre.

Q 19

Una corda tesa fissata alle sue estremità vibra secondo la sua armonica fondamentale di frequenza f . All'istante $t = 0$ la posizione della corda è quella rappresentata in figura e tutti i suoi punti sono al massimo spostamento dalla posizione di equilibrio.



- Quale delle seguenti immagini rappresenta la posizione della corda al tempo $t = \frac{1}{4f}$?



Q20

Un convoglio passa nel punto A di un binario delle montagne russe con velocità v_A .

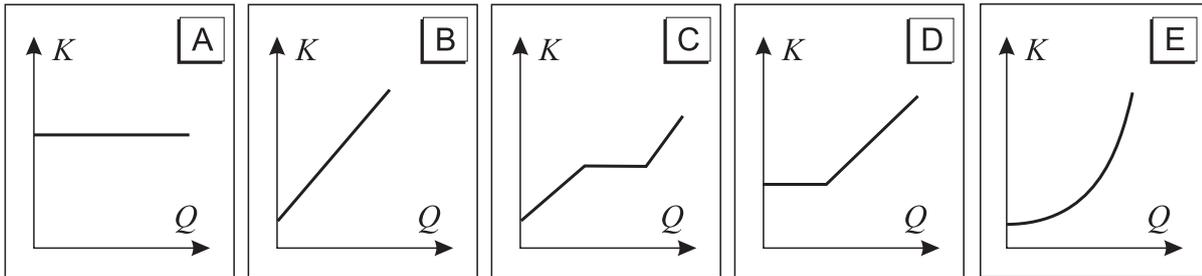
- Supponendo trascurabile l'attrito, il convoglio passerà nel punto B del binario ad un'altezza h sopra il punto A con velocità

A $\sqrt{v_A^2 - 2gh}$
 B $v_A - \sqrt{2gh}$
 C $v_A - 2gh$
 D $v_A + \sqrt{2gh}$
 E $\sqrt{v_A^2 + 2gh}$

Q21

Un solido cristallino si trova ad una temperatura inferiore al suo punto di fusione e viene riscaldato ad un tasso costante fino ad una temperatura superiore al suo punto di fusione.

- Quale dei seguenti grafici rappresenta meglio l'andamento dell'energia cinetica media delle sue particelle, K , in funzione del calore fornito?

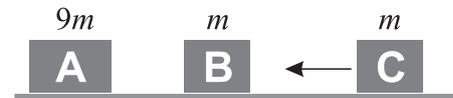


Q22

Tre carrelli si trovano inizialmente su una rotaia a cuscinio d'aria come indicato in figura: il carrello C è in moto con una velocità v diretta verso sinistra, i carrelli A e B sono fermi. I carrelli B e C hanno massa m , la massa di A è $9m$. Tutti gli urti tra i carrelli sono elastici.

- Alla fine della sequenza di urti quali sono i valori di v_A e v_C ?

- A $v_A = 0.2v$ verso sinistra e $v_C = 0.8v$ verso destra
 B $v_A = 0.2v$ verso sinistra e $v_C = 1.8v$ verso destra
 C $v_A = 0.5v$ verso sinistra e $v_C = 0$
 D $v_A = 0.11v$ verso sinistra e $v_C = 0$
 E $v_A = v$ verso sinistra e $v_C = 0$



Q23

Una superficie metallica emette fotoelettroni quando viene illuminata con luce verde.

- La stessa superficie emette sicuramente fotoelettroni se illuminata da luce

- A arancione
 B blu
 C gialla
 D infrarossa
 E rossa

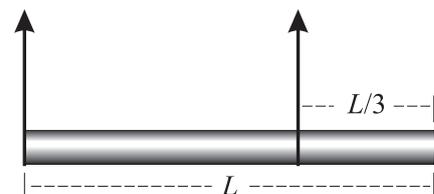
Q24

Un'asta omogenea di lunghezza L e peso P è sospesa orizzontalmente grazie a due fili come in figura.

Il primo filo è attaccato a un'estremità dell'asta e il secondo a una distanza $L/3$ dall'altra estremità.

- Il modulo della tensione del secondo filo è pari a

- A $\frac{1}{4}P$
 B $\frac{1}{2}P$
 C $\frac{3}{4}P$
 D P
 E $\frac{3}{2}P$



Q25

Sul fondo di una piccola piscina profonda 120 cm c'è una moneta.

- Dove si forma l'immagine della moneta per un osservatore che si trova sulla verticale della moneta stessa, fuori dall'acqua?

- A Sulla superficie dell'acqua
- B 60 cm sotto la superficie dell'acqua
- C 90 cm sotto la superficie dell'acqua
- D 120 cm sotto la superficie dell'acqua
- E 160 cm sotto la superficie dell'acqua

Q26

Due resistori, uno da $100\ \Omega$ e uno incognito, sono collegati in serie ad una batteria da $10.0\ \text{V}$.

- Se la caduta di tensione ai capi del resistore da $100\ \Omega$ è di $4.0\ \text{V}$, la resistenza del resistore incognito è

- A $50.0\ \Omega$
- B $66.7\ \Omega$
- C $100\ \Omega$
- D $150\ \Omega$
- E $200\ \Omega$

Q27

Un oggetto di massa m si muove su un piano orizzontale senza attrito con velocità iniziale \vec{v} . Si applica al corpo una forza costante \vec{F} , parallela alla velocità, che lo arresta in un tratto d .

Si considerino queste tre espressioni:

$$1: mv^2/(2d) \quad 2: 2md/t^2 \quad 3: mv/t$$

- Il modulo F della forza può essere espresso correttamente ...

- A ...solo dalla seconda espressione.
- B ...solo dalla terza espressione.
- C ...solo dalle prime due espressioni.
- D ...solo dalle ultime due espressioni.
- E ...da tutte e tre le espressioni.

Q28

Una molla che a riposo è lunga 50 cm viene allungata fino a 1 m appendendole un peso. Durante il processo l'energia potenziale elastica della molla aumenta di 15 J.

- Quanto vale la costante elastica della molla?

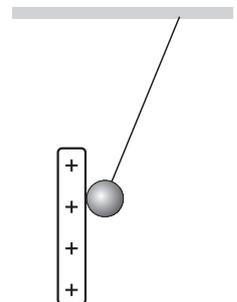
- A $15\ \text{N m}^{-1}$
- B $30\ \text{N m}^{-1}$
- C $60\ \text{N m}^{-1}$
- D $120\ \text{N m}^{-1}$
- E $240\ \text{N m}^{-1}$

Q29

Come mostrato nella figura, una pallina metallica, sospesa da un filo isolante, è attratta da un'asta di materiale conduttore carica positivamente.

- Durante il contatto con l'asta, la pallina...

- A ...perde elettroni.
- B ...guadagna elettroni.
- C ...perde protoni.
- D ...guadagna protoni.
- E ...non scambia carica.

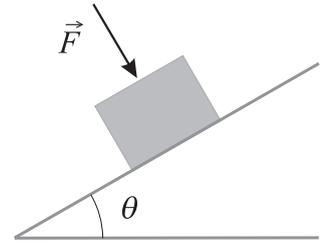
**Q30**

- Se si potessero appoggiare uno sopra all'altro tutti gli smartphone attivi attualmente nel mondo, senza che nessuno di essi venga danneggiato, quale delle seguenti alternative si avvicina di più all'altezza della pila che si otterrebbe?

- A $10^5\ \text{m}$
- B $10^7\ \text{m}$
- C $10^9\ \text{m}$
- D $10^{11}\ \text{m}$
- E $10^{13}\ \text{m}$

Q31

Si applica una forza \vec{F} per tener fermo un blocco di massa m su un piano inclinato di un angolo θ (come mostrato in figura), che altrimenti scivolerebbe giù. La forza \vec{F} è perpendicolare al piano inclinato.



- Se μ è il coefficiente di attrito statico, qual è il minimo valore di F per tenere fermo il blocco?

A $(mg/\mu)(\cos \theta - \mu \sin \theta)$

D $(mg/\mu) \sin \theta$

B $mg \cos \theta$

E $(mg/\mu)(\sin \theta - \mu \cos \theta)$

C $mg \sin \theta$

Q32

In un biliardino, alle estremità dei tubi di acciaio che portano le sagome dei giocatori, sono fissate delle manopole di materiale plastico. Se una di queste va smontata, occorre sbloccarla e per questo vengono fatte tre proposte:

- 1 – Scaldare sia il tubo d'acciaio che la manopola di plastica.
- 2 – Raffreddare sia il tubo che la manopola.
- 3 – Scaldare solo la manopola, facendo cioè in modo che il tubo non si scaldi.

- Tenendo conto che il coefficiente di dilatazione dell'acciaio è pari a $1.2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ e quello del materiale plastico è intorno a 10^{-4} K^{-1} , quale delle tre proposte precedenti può funzionare?

 A Solo la 1.

 B Solo la 2.

 C Solo la 3.

 D Solo la 1 e la 3.

 E Solo la 2 e la 3.
Q33

Il conducente di un'automobile suona il clacson poco prima di incrociare un attraversamento pedonale perché un pedone si è fermato a metà attraversamento.

Siano f_c la frequenza del suono emessa dal clacson e f_p quella percepita dal pedone.

- Quale delle seguenti relazioni è valida?

A $\frac{f_p}{f_c} \leq \frac{1}{2}$

B $\frac{1}{2} < \frac{f_p}{f_c} < 1$

C $\frac{f_p}{f_c} = 1$

D $1 < \frac{f_p}{f_c} < 2$

E $\frac{f_p}{f_c} \geq 2$

Q34

Una carica elettrica di $-9 \mu\text{C}$ si trova inizialmente a una distanza di 1 m da una carica elettrica di $+4 \mu\text{C}$.

- Quanto lavoro occorre fare per spostarla fino a 2 m di distanza dall'altra?

A -0.324 J

B -0.081 J

C $+0.162 \text{ J}$

D $+0.243 \text{ J}$

E $+0.486 \text{ J}$

Q35

Un carrello di 15 kg si muove con velocità di modulo costante 0.8 m s^{-1} . Sul carrello agisce una forza \vec{F} anch'essa di modulo costante 90 N e avente sempre la stessa direzione e lo stesso verso della velocità.

- In un tempo di 10 s, che lavoro viene fatto dalla forza \vec{F} ?

A 0 J

B 720 J

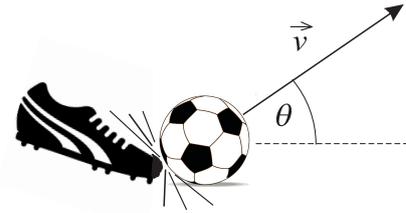
C 1200 J

D 3600 J

E 7200 J

Q36

Un calciatore colpisce la palla ferma al suolo, dandole una velocità iniziale di 8.5 m s^{-1} con un angolo di 35° rispetto al piano orizzontale, come mostrato in figura.

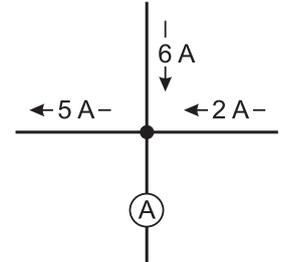


- Che altezza massima raggiungerebbe la palla se si potessero trascurare gli effetti dovuti all'aria?

A 1.2 m B 2.5 m C 4.9 m D 8.5 m E 17 m

Q37

In figura sono rappresentate le correnti in una porzione di circuito elettrico.



- Che corrente misura l'amperometro A?

A 1 A B 2 A C 3 A D 8 A E 13 A

Q38

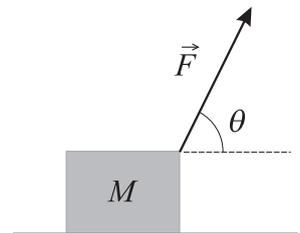
Su due corde tese, A e B, omogenee e identiche, si propagano delle onde elastiche; la tensione della corda A è T mentre quella della corda B è il doppio.

- Determinare il rapporto tra la velocità di propagazione delle onde sulla corda B e quella sulla corda A.

A 0.50 B 0.71 C 1.00 D 1.41 E 2.00

Q39

Una scatola di massa $M = 7 \text{ kg}$ è tirata a velocità costante su un piano orizzontale. Come mostrato in figura, la forza di trascinamento \vec{F} forma un angolo $\theta = 64^\circ$ con l'orizzontale; il coefficiente d'attrito dinamico tra la scatola e il pavimento è $\mu = 0.1$



- L'intensità della reazione normale esercitata dal piano è all'incirca

A 57 N B 69 N C 74 N D 80 N E 83 N

Q40

Si considerino i seguenti passaggi di stato che avvengono a temperatura costante:

1: Da solido a liquido. 2: Da liquido a solido. 3: Da gas a liquido.

- In quali di essi l'entropia della sostanza coinvolta diminuisce?

A Solo nel 1. C Solo nel 3. E In nessuno dei tre, perché l'entropia aumenta sempre.
 B Solo nel 2. D Nel 2 e nel 3.

IL QUESTIONARIO È FINITO.
Adesso torna indietro e controlla quello che hai fatto

Materiale elaborato dal Gruppo

	<p>PROGETTO OLIMPIADI Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica e-mail: segreteria@olifis.it WEB: www.olifis.it</p>	
--	--	--

Folimpiadi di Fisica 2020

Gara di 1° livello

giovedì 12 dicembre 2019

Soluzione

QUESITO n. 1. – RISPOSTA ⇒ D

La palla cade per azione della gravità e si muove di moto rettilineo uniformemente accelerato con accelerazione g . Dato che $v(t) = gt$, la velocità finale si raggiunge dopo il tempo

$$t_{\text{volo}} = \frac{v_{\text{fin}}}{g} \approx 2 \text{ s.}$$

QUESITO n. 2. – RISPOSTA ⇒ B

In condizioni di equilibrio, all'interno di un conduttore il campo elettrico è nullo, quindi $E(P_2) = 0$.

Il sistema presenta una simmetria sferica, cioè invarianza per qualunque rotazione attorno al punto centrale; di conseguenza, anche la carica si distribuisce sul guscio rispettando la simmetria sferica e pure il campo elettrostatico ha la stessa simmetria ed è quindi radiale. È quindi possibile applicare il teorema di Gauss per determinarne l'intensità: a distanza r_1 dal centro il campo è quello di una carica puntiforme posta al centro e pari alla somma di tutte le cariche entro una sfera di raggio r_1 . In questo caso la carica è solo la Q e dunque il campo è semplicemente

$$E(P_1) = kQ/r_1^2.$$

QUESITO n. 3. – RISPOSTA ⇒ C

Poiché le due onde hanno la stessa lunghezza d'onda e frequenza, lo stesso sarà vero per l'onda risultante. Infatti la perturbazione avrà la stessa periodicità delle onde iniziali sia nel tempo che nello spazio. Di conseguenza, anche la velocità resta invariata. Perciò sono da escludere le alternative A, B, D ed E e l'unica possibile è la C. Si può svolgere il calcolo esplicito utilizzando le formule di prostaferesi o i fasori.

Con l'uso delle formule di prostaferesi:

L'equazione di un'onda sinusoidale che viaggia nella direzione x positiva a velocità v può essere scritta come:

$$y(x, t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x - 2\pi ft + \phi\right)$$

dove la velocità di propagazione è $v = \lambda f$. La sovrapposizione di due onde di uguale ampiezza, che viaggiano nella stessa direzione e verso, sfasate di $\pi/2$ rad, si scrive come

$$y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t) = A \sin \theta + A \sin \theta' \quad \text{con} \quad \theta = 2\pi x/\lambda - 2\pi ft + \phi \quad \text{e} \quad \theta' = \theta + \pi/2$$

$$\Rightarrow y(x, t) = 2A \sin\left(\frac{\theta + \theta'}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta - \theta'}{2}\right) = 2A \sin\left(\theta + \frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = A\sqrt{2} \sin\left(\theta + \frac{\pi}{4}\right).$$

In definitiva la somma delle due onde risulta

$$y(x, t) = A\sqrt{2} \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x - 2\pi ft + \phi + \frac{\pi}{4}\right)$$

da cui appare che l'onda risultante ha la stessa lunghezza d'onda, frequenza e velocità, e un'ampiezza diversa.

Con l'uso dei fasori:

Fissato il valore di x , si può definire un vettore $\vec{y}(t)$ (detto *fasore*), di modulo A , che ruota in un piano cartesiano con velocità angolare $\omega = 2\pi f$, tale che la funzione $y(x, t)$ rappresenti una delle sue due componenti ortogonali.

Le due onde saranno rappresentate da due fasori, \vec{y}_1 e \vec{y}_2 , con lo stesso modulo A , che formano un angolo di $\pi/2$ rad e ruotano con la stessa velocità angolare ω . La loro somma è dunque un fasore che ruota con la stessa velocità angolare e un'ampiezza diversa data in questo caso (in cui le onde sono sfasate di $\pi/2$ rad = 90°) da $A\sqrt{2}$, che rappresenta quindi un'onda che ha la stessa lunghezza d'onda e velocità ma diversa ampiezza.

QUESITO n. 4. – RISPOSTA \Rightarrow **C**

Poiché il sistema è vincolato a ruotare attorno all'asse verticale, il momento angolare è sempre diretto verticalmente.

La forza che agisce sulla massa ha momento nullo rispetto al centro di rotazione dunque il momento angolare si conserva. Poiché l'asta ha massa trascurabile, anche il suo momento angolare lo è; risulta quindi

$$L_{\text{in}} = L_{\text{fin}} \quad \Rightarrow \quad mr^2\omega + mr^2\omega = mr^2\omega' + m(r/2)^2\omega' \quad \Rightarrow \quad \omega' = \frac{8}{5}\omega.$$

QUESITO n. 5. – RISPOSTA \Rightarrow **B**

In una traiettoria circolare l'accelerazione è diretta verso il centro (centripeta) e pari a $v^2/R = \omega^2 R$ dove v è il modulo della velocità del corpo e ω la velocità angolare. La forza risultante è quindi anch'essa centripeta e, in questo caso, coincide con la forza di Lorentz che il campo magnetico esercita sulla particella carica in moto.

$$F_L = F_c \quad \Rightarrow \quad qvB = q\omega RB = m\omega^2 R \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\omega m}{q} = \frac{2\pi f m}{q}.$$

QUESITO n. 6. – RISPOSTA \Rightarrow **C**

In un grafico posizione-tempo, cioè nel grafico della funzione $s(t)$, la pendenza in un punto rappresenta la velocità istantanea del corpo.

Dunque nel tratto OP la velocità è costante e non nulla e di conseguenza l'accelerazione è nulla; nel successivo tratto PQ la posizione rimane costante e dunque sia la velocità che l'accelerazione sono nulle.

L'alternativa corretta è quindi la C.

QUESITO n. 7. – RISPOSTA \Rightarrow **B**

La lente è convergente in quanto produce un'immagine reale invertita. Il rapporto delle altezze dell'oggetto, h , e dell'immagine, h' , è pari al rapporto delle loro distanze dal centro della lente, rispettivamente p e q :

$$\frac{h}{h'} = \frac{p}{q} \quad \Rightarrow \quad q = p \frac{h'}{h}.$$

Dall'equazione dei punti coniugati per le lenti sottili si ha

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{p} + \frac{h}{h'p} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{h'}{h+h'} p = 200 \text{ mm}.$$

QUESITO n. 8. – RISPOSTA \Rightarrow **D**

Il kWh è una misura dell'energia; le alternative A, B, E vanno quindi scartate essendo errata l'unità di misura.

Essendo $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$, risulta

$$92 \text{ kWh} = 3.3 \times 10^8 \text{ J}.$$

QUESITO n. 9. – RISPOSTA ⇒ **B**

Si consideri una delle due masse. Su di essa agiscono due forze, il peso mg e la tensione della fune T . All'equilibrio $T = mg$.

Poiché si trascurano sia la massa del filo che eventuali attriti con le carrucole, la tensione è uniforme lungo tutto il filo.

QUESITO n. 10. – RISPOSTA ⇒ **D**

Per un conduttore ohmico la relazione tra la potenza P dissipata per effetto Joule e la corrente I è $P = I^2 R$, dove R è la resistenza del conduttore. La relazione tra P e I è dunque una proporzionalità quadratica diretta. Il grafico corretto è D.

QUESITO n. 11. – RISPOSTA ⇒ **C**

L'accelerazione del veicolo è diretta verso il centro e ha modulo $a_c = v^2/r$. Per il secondo principio della dinamica la risultante deve essere diretta come l'accelerazione e avere modulo $F_r = m a_c$.

Poiché l'unica forza che agisce parallelamente al terreno è l'attrito F_a tra le gomme e l'asfalto, si ha:

$$F_a = \frac{mv^2}{r} = 2.02 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{essendo} \quad v = 28 \text{ km/h} = 7.78 \text{ m s}^{-1}.$$

Si può notare che questo è il valore della forza necessaria a far percorrere al veicolo la traiettoria circolare senza sbandare e non dipende dal coefficiente d'attrito; naturalmente deve risultare inferiore al valore massimo della forza d'attrito nel tratto ghiacciato che è dato da

$$F_{a,\max} = \mu_g mg = 2.35 \times 10^3 \text{ N}.$$

QUESITO n. 12. – RISPOSTA ⇒ **A**

Una bilancia pesapersona elettronica misura il modulo della forza normale \vec{N} che essa esercita e indica per la massa il valore del rapporto tra i moduli di \vec{N} e dell'accelerazione di gravità.

La bilancia restituisce il valore corretto della massa solo se è ben tarata, si trova a riposo in un sistema di riferimento inerziale e la persona rimane ferma sopra di essa.

Infatti, in tal caso, proiettando le forze lungo un asse verticale diretto verso l'alto, si può scrivere

$$N - mg = 0 \quad \Rightarrow \quad m = \frac{N}{g}.$$

Se la bilancia segna un valore più alto di quello che segna quando si trova a riposo, significa che essa esercita una forza normale di modulo N' superiore a mg e quindi

$$N' - mg > 0.$$

Poiché non ci sono altre forze che agiscono sulla persona, dal secondo principio della dinamica, la componente verticale a dell'accelerazione si scrive

$$N' - mg = ma > 0.$$

La componente verticale dell'accelerazione è quindi positiva e, poiché è stato scelto l'asse diretto verso l'alto, questo significa che l'accelerazione è diretta verso l'alto.

La risposta non dipende dalla velocità dell'ascensore.

Si può identificare l'alternativa corretta anche con un argomento più qualitativo. Per il principio di relatività, la bilancia segna lo stesso valore della massa in tutti i casi in cui l'ascensore si muove di moto rettilineo uniforme. Si possono quindi immediatamente escludere le alternative D ed E. Se il valore indicato è cambiato, significa che l'ascensore è soggetto a un'accelerazione. La velocità è però irrilevante; perciò, se fosse corretta l'alternativa B, sarebbe corretta anche la C ed essendo unica l'alternativa corretta, entrambe possono essere escluse. L'unica rimanente è perciò l'alternativa A.

QUESITO n. 13. – **RISPOSTA** \Rightarrow **E**

Le temperature tra cui opera il motore sono $T_1 = 363\text{ K}$ e $T_2 = 773\text{ K}$. Il massimo rendimento possibile tra queste temperature sarebbe $\eta = 1 - T_1/T_2 = 0.53$ (teorema di Carnot). Il motore citato nella notizia ha un rendimento impossibile date le temperature, per cui si tratta di una *fake news*.

QUESITO n. 14. – **RISPOSTA** \Rightarrow **E**

Per il terzo principio della dinamica le forze \vec{F}_c e \vec{F}_z hanno la stessa intensità.

Dal secondo principio scritto nella forma

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$$

discende che, poiché entrambe le forze agiscono per lo stesso tempo Δt , il modulo della variazione di quantità di moto che provocano è lo stesso.

La riga che riassume queste considerazioni è la riga E della tabella.

QUESITO n. 15. – **RISPOSTA** \Rightarrow **A**

L'energia cinetica media delle molecole è direttamente proporzionale alla temperatura assoluta. 40°C corrispondono a 313 K , 355°C a 628 K , circa il doppio. L'energia cinetica media sarà dunque approssimativamente il doppio di quella iniziale.

QUESITO n. 16. – **RISPOSTA** \Rightarrow **D**

Nel sistema di riferimento solidale col trattore, la velocità periferica del bordo delle ruote anteriori e posteriori deve essere la stessa:

$$v_a = v_p \quad \Rightarrow \quad \omega_a r_a = \omega_p r_p \quad \Rightarrow \quad \frac{\omega_a}{\omega_p} = \frac{r_p}{r_a}.$$

Utilizzando un righello, dalla figura si ricava

$$\frac{r_p}{r_a} = \frac{4}{3} \quad \text{dunque} \quad \frac{\omega_a}{\omega_p} = \frac{4}{3}.$$

QUESITO n. 17. – **RISPOSTA** \Rightarrow **E**

Dopo 6 h decade $1/2$ dei nuclidi, e quindi ne resta $1/2$. Dopo altre 6 h decade $1/2$ dei nuclidi rimanenti, quindi $1/4$ di quelli iniziali, poi $1/8$ e infine $1/16$. In totale dunque decade

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} = \frac{15}{16} \quad \text{dei nuclidi inizialmente presenti.}$$

Alternativamente: dopo 6 h rimane $\frac{1}{2}$ dei nuclidi ... dopo 24 h rimane

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$$

dei nuclidi, quindi quelli decaduti sono $15/16$ di quelli iniziali.

QUESITO n. 18. – **RISPOSTA** \Rightarrow **E**

Tutte e tre le azioni proposte fanno sì che si generi una variazione del flusso magnetico concatenato con la bobina e questo genera una forza elettromotrice indotta nella bobina. Perciò l'alternativa corretta è la E.

QUESITO n. 19. – RISPOSTA \Rightarrow B

Detto T il periodo dell'onda, $t = 1/(4f) = T/4$; si tratta quindi di trovare la posizione della corda dopo un quarto di periodo. Dopo mezzo periodo la corda si trova nella posizione di massima elongazione simmetrica rispetto alla posizione iniziale, mentre dopo un quarto di periodo si trova a metà strada tra queste posizioni cioè nella posizione di equilibrio. Quindi l'alternativa corretta è la B.

Più esplicitamente, ogni punto oscilla sinusoidalmente e poiché per $t = 0$ lo spostamento dalla posizione di equilibrio è massimo, questo si esprime come

$$y(t) = y_{\max} \cos(2\pi f t) \quad \text{con} \quad f = \frac{1}{T}.$$

Dunque per $t = 1/(4f) = T/4$ si ha

$$y(T/4) = y_{\max} \cos(\pi/2) = 0$$

e la corda risulta nella posizione di equilibrio.

QUESITO n. 20. – RISPOSTA \Rightarrow A

Si pone a zero l'energia potenziale gravitazionale nel punto A dove il convoglio ha energia meccanica $E_A = \frac{1}{2}mv_A^2$.

Nel punto B della traiettoria la sua energia meccanica è $E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh$. Trascurando l'attrito, l'energia si conserva e, dall'uguaglianza di E_A e E_B , si ricava

$$v_B = \sqrt{v_A^2 - 2gh}.$$

QUESITO n. 21. – RISPOSTA \Rightarrow C

Il valore medio dell'energia cinetica delle particelle (atomi o molecole) è direttamente proporzionale alla temperatura assoluta. Durante il riscaldamento della sostanza allo stato solido, il calore fornito fa aumentare la temperatura e di conseguenza l'energia cinetica delle particelle.

Durante la fusione la temperatura resta costante e questo fa capire che l'energia cinetica media delle particelle non varia. Al termine di questa fase, quando tutta la sostanza è allo stato liquido, la temperatura riprende ad aumentare, e con essa l'energia cinetica.

Durante la fusione quella che aumenta grazie all'apporto di calore è l'energia potenziale di legame fra le particelle.

QUESITO n. 22. – RISPOSTA \Rightarrow A

L'urto tra C e B è tra due carrelli di massa uguale di cui uno, B, è inizialmente fermo; quindi, subito dopo, C è fermo e B ha la stessa velocità iniziale di C. L'urto di B con A è tra due carrelli di massa notevolmente diversa, e poiché B ha massa minore torna indietro con velocità $v' < v$; dopo l'urto A si muove verso sinistra e B verso destra urtando di nuovo C e cedendogli tutta l'energia. Alla fine A va verso sinistra, B è fermo e C va verso destra con velocità $v_C = v'$.

Le alternative C, D ed E sono quindi errate perché la velocità finale di C è sicuramente non nulla; anche la B è errata perché la velocità finale di C è minore di quella iniziale v . Quindi l'alternativa corretta è A.

Per fare il calcolo esplicito occorre imporre la conservazione dell'energia e della quantità di moto nella sequenza di urti. Dato che alla fine il carrello B è di nuovo fermo, la conservazione vale tra gli stati iniziali e finali dei carrelli A e C:

$$\begin{cases} v^2 = v_C^2 + 9v_A^2 \\ v = v_C + 9v_A. \end{cases}$$

Sottraendo membro a membro la prima equazione dal quadrato della seconda, si ottiene $v_A = -v_C/4$, da cui, sostituendo nella seconda equazione, si ottiene

$$v_C = -4v/5 = -0.8v \quad \text{e} \quad v_A = v/5 = 0.2v.$$

QUESITO n. 23. – RISPOSTA \Rightarrow **B**

La superficie emetterà sicuramente fotoelettroni se illuminata da una luce i cui fotoni hanno energia superiore a quella dei fotoni della luce verde.

L'energia di un fotone è $E = hf$, dove h è la costante di Planck e f la frequenza. Tra le alternative, la luce blu è l'unica con frequenza più alta e quindi con fotoni più energetici di quelli della luce verde.

QUESITO n. 24. – RISPOSTA \Rightarrow **C**

Visto che l'asta è in equilibrio, la forza risultante e il momento risultante devono essere entrambi nulli. Le forze che agiscono sull'asta sono il peso \vec{P} e le due tensioni \vec{T}_1 e \vec{T}_2 . Poiché l'asta è omogenea, il peso si può pensare applicato nel suo centro geometrico.

Per il calcolo dei momenti si può scegliere un polo arbitrario. Per trovare la tensione \vec{T}_2 del secondo filo conviene scegliere come polo l'estremità dell'asta dove è agganciato il primo filo. Infatti, con questa scelta il momento della tensione \vec{T}_1 del primo filo è nullo, mentre quello della forza peso e della tensione \vec{T}_2 hanno verso opposto. Perciò si può scrivere, per i moduli M_P e M_2 dei due momenti non nulli,

$$M_P - M_2 = 0.$$

Il punto di applicazione del peso si trova a distanza $L/2$ dal polo scelto, quello della tensione \vec{T}_2 a distanza $2/3 L$ dal polo. L'equazione che esprime l'equilibrio dei momenti diventa quindi

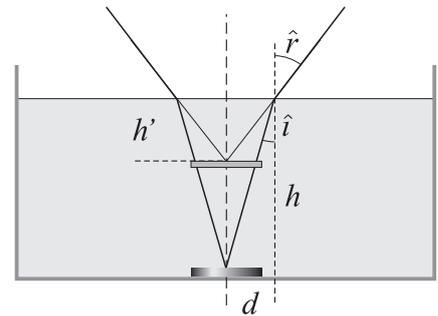
$$P \frac{1}{2} L - T_2 \frac{2}{3} L = 0 \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{3}{4} P.$$

QUESITO n. 25. – RISPOSTA \Rightarrow **C**

Per individuare la posizione dell'immagine si considerano i raggi che escono dall'acqua quasi verticali, cioè con un angolo \hat{r} molto piccolo.

Essi risulteranno dalla rifrazione di raggi emessi con un angolo \hat{i} ancora più piccolo che attraversano la superficie dell'acqua a una distanza $d \ll h$ dalla verticale sul centro della moneta (in figura gli angoli sono rappresentati molto più grandi per chiarezza).

Per la legge della rifrazione $\sin \hat{r} = n_a \sin \hat{i}$, dove n_a è l'indice di rifrazione dell'acqua.



Per angoli piccoli, questa relazione si può approssimare a

$$\text{tg } \hat{r} = n_a \text{tg } \hat{i}.$$

Detta h la profondità della moneta e h' la profondità dell'immagine, vale quindi

$$\frac{d}{h'} = n_a \frac{d}{h} \quad \text{da cui} \quad h' = \frac{h}{n_a} = 90 \text{ cm}.$$

QUESITO n. 26. – RISPOSTA \Rightarrow **D**

Dato che i due resistori sono collegati in serie, la caduta di tensione nella seconda resistenza, pari a 6 V, è 1.5 volte la d.d.p. ai capi della prima resistenza. Dato che i due resistori sono attraversati dalla stessa corrente, e poiché seguono la prima legge di Ohm, la caduta di tensione su ciascuno di essi è direttamente proporzionale alla resistenza; perciò quella del secondo resistore sarà 1.5 volte quella del primo resistore, cioè 150 Ω .

Più esplicitamente, se ai capi del resistore $R_1 = 100 \Omega$ c'è una caduta di tensione ΔV_1 allora, per la prima legge di Ohm, esso viene attraversato da una corrente $I = \Delta V_1 / R_1$.

Essendo i due resistori in serie, anche quello incognito è attraversato dalla stessa corrente; la caduta di tensione ai suoi capi è $\Delta V_2 = \Delta V - \Delta V_1$.

La resistenza del resistore incognito è quindi

$$R_2 = \frac{\Delta V_2}{I} = R_1 \frac{\Delta V - \Delta V_1}{\Delta V_1} = 150 \Omega.$$

QUESITO n. 27. – RISPOSTA ⇒ E

Poiché a fermare il corpo è l'azione di una sola forza costante, questa deve essere diretta nella direzione della velocità iniziale e opposta a essa. Per questo nel tratto d il moto è rettilineo uniformemente accelerato.

Tutte e tre le espressioni sono ammissibili per il modulo F della forza. Si riportano qui tre giustificazioni; sono possibili anche giustificazioni diverse basate sulle proprietà del moto uniformemente accelerato o sul secondo principio della dinamica.

La prima espressione si può ottenere usando il teorema dell'energia cinetica

$$\vec{F} \cdot \vec{d} = \Delta K$$

dove \vec{d} è il vettore spostamento. Ricordando che \vec{F} e \vec{d} hanno verso opposto, si ottiene

$$-Fd = 0 - \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad F = \frac{mv^2}{2d}.$$

La seconda espressione si può ricavare notando che il corpo si muove di moto rettilineo uniformemente accelerato, con accelerazione opposta alla velocità, per cui, preso per positivo il verso iniziale del moto

$$d = vt + \frac{1}{2}at^2 = vt - \frac{1}{2}\frac{F}{m}t^2.$$

Quando il corpo ha percorso il tratto d , l'oggetto si ferma e $0 = v + at = v - Ft/m$ da cui $v = Ft/m$. Sostituendo sopra si ricava

$$d = \frac{Ft^2}{2m} \quad \text{da cui} \quad F = \frac{2md}{t^2}.$$

Infine, dal secondo principio della dinamica si può dedurre che

$$\vec{F} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = -\frac{m\vec{v}}{t}$$

da cui, passando ai moduli, si ottiene la terza espressione.

QUESITO n. 28. – RISPOSTA ⇒ D

La molla si allunga di $\Delta l = 0.5 \text{ m}$ e acquista un'energia $U = 15 \text{ J}$. Sapendo che

$$U = \frac{1}{2}k\Delta l^2 \quad \Rightarrow \quad k = \frac{2U}{\Delta l^2} = 120 \text{ N m}^{-1}.$$

QUESITO n. 29. – RISPOSTA ⇒ A

Un conduttore è caratterizzato dal fatto che una piccola parte degli elettroni sono liberi di muoversi. Quando la pallina si avvicina all'asta, per induzione, delle cariche negative si spostano nella parte più vicina all'asta. Al contatto, una parte di queste cariche, spinte dal campo elettrico delle cariche positive dell'asta, passa all'asta e quindi la pallina si carica positivamente, perdendo elettroni.

QUESITO n. 30. – RISPOSTA ⇒ B

È ragionevole supporre che ormai circa metà della popolazione mondiale sia dotata di smartphone. Infatti, le più accurate stime recenti danno valori tra 3 e 5 miliardi di smartphone attivi (fonte: GSMA Intelligence).

Uno smartphone ha uno spessore di poco inferiore al centimetro da cui, impilandoli, si ottiene un'altezza

$$h \approx 10^{-2} \text{ m} \cdot 4 \times 10^9 = 4 \times 10^7 \text{ m}.$$

QUESITO n. 31. – **RISPOSTA** \Rightarrow E

Perpendicolarmente al piano inclinato agiscono la forza \vec{F} , la componente perpendicolare della forza peso $mg \cos \theta$ e la reazione normale di modulo N dovuta al piano: le tre forze si fanno equilibrio per cui

$$N = F + mg \cos \theta.$$

Lungo il piano agisce la componente parallela della forza peso $mg \sin \theta$ diretta in basso, e la forza dovuta all'attrito statico il cui valore massimo è pari a $\mu N = \mu(F + mg \cos \theta)$, diretta in alto.

Il blocco rimane fermo se $F_a = mg \sin \theta \leq \mu(F + mg \cos \theta)$, quindi se

$$F \geq (mg/\mu)(\sin \theta - \mu \cos \theta) = F_{\min}.$$

Si può osservare che risulta sempre $F_{\min} > 0$. Infatti in assenza della forza \vec{F} il blocco scivola e questo accade quando la componente parallela al piano del suo peso è maggiore del modulo della forza d'attrito massima, cioè per

$$mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta \quad \Rightarrow \quad \sin \theta - \mu \cos \theta > 0 \quad \Rightarrow \quad F_{\min} > 0.$$

QUESITO n. 32. – **RISPOSTA** \Rightarrow D

Il terzo metodo sicuramente funziona perché si fa dilatare solo la manopola e quindi se ne aumenta sia il diametro esterno che quello interno staccandola dal tubo di acciaio.

Funziona però anche il primo metodo, perché, scaldando sia la manopola che il tubo, la manopola si dilata di più del tubo dato che il coefficiente di dilatazione termica dell'acciaio è minore di quello della manopola; quindi si ottiene anche in questo modo il risultato di staccare la parte esterna di plastica dal tubo.

Invece, raffreddando sia la manopola che il tubo (secondo metodo proposto), diminuiscono sia il diametro interno della manopola che quello esterno del tubo; però, visto che il coefficiente di dilatazione della manopola è più grande di quello dell'acciaio, la manopola tende a stringersi di più attorno al tubo, andando così a bloccare ancora più saldamente i due componenti.

QUESITO n. 33. – **RISPOSTA** \Rightarrow D

Poiché la sorgente del suono (l'automobile) è in moto rispetto al mezzo in cui si propaga il suono (l'aria) mentre l'osservatore (il pedone) è a riposo rispetto all'aria, la frequenza del suono viene modificata per effetto Doppler, secondo la legge

$$f_p = f_c \frac{1}{1 - v/V} \Rightarrow \frac{f_p}{f_c} = \frac{1}{1 - v/V}$$

dove v è la velocità della sorgente rispetto all'aria e V la velocità del suono in aria.

Si deduce immediatamente che $f_p/f_c > 1$. Questo esclude le alternative A, B e C.

Un'automobile nei pressi di un attraversamento pedonale dovrebbe viaggiare a velocità moderata (< 50 km/h) e comunque certamente inferiore alla metà della velocità del suono pari a circa $330 \text{ m s}^{-1} \approx 1200$ km/h per cui, essendo $v/V < 1/2$, si ha $1 - v/V > 1/2$ e quindi

$$\frac{f_p}{f_c} = \frac{1}{1 - v/V} < 2$$

L'alternativa corretta è quindi la D.

QUESITO n. 34. – **RISPOSTA** \Rightarrow C

Il lavoro che occorre fare è pari alla differenza fra le energie potenziali alle due distanze. Posto $q_1 = -9 \mu\text{C}$, $q_2 = +4 \mu\text{C}$; $r_f = 2$ m, $r_i = 1$ m, l'aumento è pari a

$$k_{\text{es}} q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right) = 0.162 \text{ J}$$

Si osservi che il lavoro è positivo perché, aumentando la distanza, le due cariche sono meno legate e quindi aumenta l'energia potenziale.

QUESITO n. 35. – RISPOSTA \Rightarrow B

La potenza istantanea P di una forza \vec{F} applicata a un corpo che si muove a velocità \vec{v} è data dal prodotto scalare $\vec{F} \cdot \vec{v}$, pari a Fv se i due vettori sono paralleli e concordi come in questo caso.

Poiché la potenza risulta costante nel tempo, il lavoro fatto è

$$\mathcal{L} = P \Delta t = F v \Delta t = 720 \text{ J}.$$

Naturalmente, poiché il modulo della velocità non cambia, la forza \vec{F} non può essere l'unica che agisce sul carrello.

QUESITO n. 36. – RISPOSTA \Rightarrow A

Se si trascurano gli attriti, l'unica forza che agisce sulla palla in volo è la forza peso, che è diretta verticalmente. Di conseguenza, la componente orizzontale della velocità rimane invariata, pari a quella iniziale $v_{0,x} = v_0 \cos \theta$ essendo v_0 il modulo della velocità iniziale e θ l'angolo tra la velocità iniziale e il piano orizzontale.

Poiché si trascura l'effetto frenante dell'aria, si può utilizzare la conservazione dell'energia meccanica e porre

$$K_{\text{ini}} + U_{\text{ini}} = K_{\text{fin}} + U_{\text{fin}}$$

che, tenuto conto che nel punto di massima altezza la velocità è orizzontale, quindi $v_y = 0$, e fissando pari a 0 l'energia potenziale nel punto di partenza, si scrive esplicitamente

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_{0,x}^2 + m g h_{\text{max}} \quad \Rightarrow \quad h_{\text{max}} = \frac{1}{2g} (v_0^2 - v_{0,x}^2) = \frac{v_{0,y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = 1.2 \text{ m}.$$

Soluzione alternativa

Le componenti della velocità iniziale sono $v_{0,x} = v_0 \cos \theta$ e $v_{0,y} = v_0 \sin \theta$ per cui la legge oraria lungo l'asse y verticale, diretto verso l'alto e con origine nel punto del calcio, è

$$y(t) = v_{0,y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

e la velocità lungo la stessa direzione è data da

$$v_y(t) = v_{0,y} - g t.$$

Quando la palla raggiunge la massima altezza, $v_y(t) = 0$ e ciò accade dopo un tempo $t_{\text{max}} = v_{0,y}/g$. La massima altezza raggiunta è quindi

$$h_{\text{max}} = v_{0,y} t_{\text{max}} - \frac{1}{2} g t_{\text{max}}^2 = \frac{v_{0,y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = 1.2 \text{ m}.$$

QUESITO n. 37. – RISPOSTA \Rightarrow C

Per la legge dei nodi (conservazione della carica), la somma delle correnti entranti nel nodo è uguale alla somma delle correnti uscenti. Nel nodo entrano due correnti per un totale di 8 A e ne esce una di 5 A, per cui la corrente nel ramo dell'amperometro sarà di 3 A uscente dal nodo.

QUESITO n. 38. – RISPOSTA \Rightarrow D

La velocità di propagazione di un'onda su una corda tesa è data da $V = \sqrt{T/\mu}$, dove T è il modulo della tensione e μ la densità lineare, cioè il rapporto tra la massa e la lunghezza della corda.

Nel caso esaminato le corde sono identiche e dunque la velocità delle onde è proporzionale alla radice quadrata della tensione. Ne segue che

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{\sqrt{2T}}{\sqrt{T}} = \sqrt{2}.$$

QUESITO n. 39. – RISPOSTA ⇒ **A**

Si considerino due assi ortogonali x e y rispettivamente orizzontale e verticale. Poiché il moto è a velocità costante, la somma delle forze è nulla, quindi, detta \vec{F}_a la forza di attrito e \vec{N} la reazione normale

$$\begin{cases} F_x - F_a = 0 \\ F_y + N - Mg = 0 \end{cases}$$

da cui si deduce che $N = Mg - F_y$ ed è quindi certamente minore del peso $Mg = 68.6 \text{ N}$.

Perciò l'unica alternativa corretta è la A.

Volendo trovare il valore numerico, tenuto conto che $F_y = F_x \operatorname{tg} \theta$ e che $F_a = \mu N$, la prima equazione del sistema diventa

$$\frac{F_y}{\operatorname{tg} \theta} = \mu N = \mu (Mg - F_y) \quad \text{da cui segue} \quad F_y = \frac{\mu \operatorname{tg} \theta}{1 + \mu \operatorname{tg} \theta} Mg \quad \text{e quindi}$$

$$N = Mg - F_y = \frac{Mg}{1 + \mu \operatorname{tg} \theta} = 56.9 \text{ N}.$$

QUESITO n. 40. – RISPOSTA ⇒ **D**

In un passaggio di stato che avviene a temperatura T costante, la variazione di entropia ΔS del sistema vale

$$\Delta S = Q/T$$

dove Q è il calore scambiato dal sistema, positivo se assorbito, negativo se ceduto.

Tra quelli elencati, i passaggi da liquido a solido e da gas a liquido avvengono cedendo calore, per cui $Q < 0$ e quindi $\Delta S < 0$. La diminuzione di entropia è possibile perché il sistema non è isolato.

Materiale elaborato dal Gruppo

	<p>PROGETTO OLIMPIADI <i>Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica</i> e-mail: segreteria@olifis.it WEB: www.olifis.it</p>	
---	---	---

NOTA BENE

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico questo materiale alle due seguenti condizioni: citare la fonte; non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.

<p>Le Olimpiadi di Fisica sono organizzate dall'AIF su mandato del</p>	
<p>MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA</p>	