

# La Fisica attraverso i Quesiti e Competizioni



# Olimpiadi di Fisica

- Le **Olimpiadi Italiane della Fisica** e i **Giochi di Anacleto** sono competizioni a carattere individuale, riservate agli studenti delle Scuole Secondarie Superiori italiane, e collegate con le **Olimpiadi Internazionali della Fisica**.
- Tutti gli studenti interessati allo studio della fisica: quelli che vogliono capire meglio che cos'è; quelli che vogliono avere una scusa per saperne di più; quelli che vogliono trovarsi con altri che vogliono le stesse cose.
- Tutte le scuole secondarie superiori possono aderire alla manifestazione inviando una richiesta alla Segreteria delle Olimpiadi di Fisica.
- L'iscrizione degli studenti avviene attraverso la scuola, è libera, e non dipende dai risultati scolastici!

## Come funzionano la Olimpiadi

- Gli studenti del "triennio" in tutte le scuole sostengono una

### **Gara di Primo Livello**

nella si chiede di rispondere a delle domande, naturalmente di fisica. Chi più ne sa ha maggiore probabilità di inserirsi fra i **cinque vincitori della sua scuola**. Questi potranno prendere parte alla

### **Gara di Secondo Livello**

nella sede più vicina alla propria scuola e gareggiare con le squadre di tutte le scuole del territorio che aderiscono alle OLI-Fis. La gara consiste nella risoluzione di problemi di fisica. In tutta Italia ci sono 42 sedi delle Gare di II Livello ed in molte di esse si organizzano corsi di preparazione alla gara e speciali premiazioni per i vincitori "territoriali".

- I **100 super** che primeggiano nella classifica generale (i 40 vincitori delle sedi locali, i 15 studenti di terza e di quarta meglio classificati, i rimanenti migliori fino a raggiungere il numero 100) partecipano alla

### **Gara Nazionale di Fisica**

che tradizionalmente si tiene a Senigallia: qui si decidono i dieci vincitori delle OLI-Fis di quell'anno, ma devono vedersela con problemi a "rompicapo" e con prove sperimentali per abilissimi e astuti.

# IPhO International Physics Olympiads



- Alle **IPhO** aderisce il Ministero dell'Istruzione,
- Fra i **10** vincitori delle nostre OLI-Fis ne verranno selezionati **5**, per costituire la squadra rappresentativa italiana, che prenderà parte alla gara internazionale.
- Per far questo, i 10 potranno prendere parte gratuitamente ad un  
**seminario della durata di cinque giorni**
- organizzato a Trieste presso il Dipartimento di Fisica dell'Università e la S I S S A.
- Al seminario partecipano anche gli studenti che non sono risultati vincitori della Gara nazionale, ma si sono classificati tra l'11-esimo ed il 20esimo posto e che sono stati vincitori della Gara Nazionale l'anno precedente. Anche essi concorrono per la formazione della squadra italiana alle IPhO.
- Al seminario infine sono invitati anche i cinque migliori studenti di classe terza e quarta, che non sono risultati vincitori alla Gara Nazionale. Questi non concorrono però per la formazione della squadra italiana alle IPhO.

## Attività varie

- L'ultima settimana di agosto viene organizzato un **Campeggio Estivo di Fisica**, al quale sono invitati anche gli studenti di III e di IV classe, che hanno ottenuto ottimi risultati alla Gara Nazionale di Fisica e nella altre Gare di Fisica organizzate nell'ambito del Progetto Olimpiadi dell'AIF.
- La scuola propone attività di vario genere nel campo della fisica (e dintorni), con lo scopo di offrire ai giovani, interessati a questa disciplina di studio, un incontro con i docenti meno formale di quello scolastico e momenti di attività e riflessione comune, con conferenze, attività di problem-solving, esperimenti, osservazioni e giochi.
- Gli studenti, che ancora non si arrischiano ad iscriversi alle Olimpiadi di Fisica, possono prendere parte all'interno della propria scuola ai **Giochi di Anacleto**
- Ci sono due fasi:
  1. "**Domande e Risposte**" ,  
dove conta sapere di più e rispondere abbastanza rapidamente,
  2. "**In Laboratorio**"  
dove è necessario anche lavorare abilmente con le mani, prendere misure e saperle interpretare, eseguire degli esperimenti.

# Organizzatori

- L'organizzazione della partecipazione alle Olimpiadi Italiane della Fisica è affidata dal Ministero della Pubblica Istruzione al Gruppo Olimpiadi dell'Associazione per l'Insegnamento della Fisica. Per l'edizione del 2004, il Gruppo Olimpiadi di Fisica ha la segreteria presso il Liceo Scientifico "U. Morin" di Mestre (VE) e ne fanno parte:
  - Giuliana Cavaggioni (responsabile)
  - Dennis L. Censi
  - Francesco Minosso
  - Paolo Nesti
  - Umberto Penco
  - Paolo Violino
  - Vittorio Zanetti
  - I materiali dei GIOCHI di ANACLETO sono curati da:

Luisa Bari, Luisa Bragalenti, Nicoletta Capitanio, Giuliana Cavaggioni, Dennis L. Censi, Francesco Minosso, Chiara Magoga, Ennio Poletti, Renato Sanpaolo

# Sillabo delle Olimpiadi Internazionali di Fisica

## **Parte generale**

- **a)** Tutti i problemi dovrebbero poter essere risolti usando solo occasionalmente il calcolo differenziale (derivazione ed integrazione) e senza far ricorso ai numeri complessi o alla soluzione di equazioni differenziali.
- **b)** I problemi possono riferirsi a concetti e fenomeni non previsti nel Sillabo, ma dovranno essere descritti nel testo del quesito in modo tale che i concorrenti, che eventualmente non conoscano già tali argomenti, non siano svantaggiati
- **c)** Nei problemi sperimentali non deve essere determinante l'uso di dispositivi complicati, probabilmente non noti ai concorrenti. Se si usano tali dispositivi, si dovranno fornire ai concorrenti accurate istruzioni.
- **d)** I concorrenti dovrebbero conoscere i temi trattati nei problemi proposti nelle passate Olimpiadi Internazionali di Fisica.

Parte teorica  
*(Approvata a Portorose (YU) nel  
giugno 1985)*

- **1. Meccanica**
- **2. Meccanica dei corpi rigidi e dei fluidi**
- **3. Idrodinamica**
- **4. Termodinamica e fisica molecolare**
- **5. Oscillazioni ed onde**
- **6. Carica elettrica e campo elettrico**
- **7. Corrente e campo magnetico**
- **8. Onde elettromagnetiche**
- **9. Fisica dei quanti**
- **10. Relatività**
- **11. Struttura della materia**

# Parte Pratica

*(Approvata a Londra-Harrow (GB) nel luglio 1986)*

- **1)** i concorrenti si rendano conto del fatto che l'uso degli strumenti influisce sulla misura;
- **2)** siano note le più comuni tecniche di misura delle grandezze fisiche menzionate nella parte teorica del Sillabo;
- **3)** siano noti semplici e comuni strumenti e dispositivi sperimentali, come calibri, termometri, semplici volt-ohm-amperometri, potenziometri, diodi, transistor, semplici sistemi ottici e così via;
- **4)** si sappiano usare, con l'aiuto di appropriate istruzioni, alcuni strumenti più complicati, come oscilloscopi a doppia traccia, contatori, frequenzimetri, generatori di segnali e funzioni, convertitori analogico-digitali collegati ad un computer, amplificatori, integratori, differenziatori, alimentatori e strumenti universali sia analogici che digitali;
- **5)** si sappiano identificare in maniera appropriata le cause d'errore e stimare la loro influenza sui risultati finali della misura;
- **6)** si sappiano trattare gli errori assoluto e relativo, la precisione degli strumenti di misura, l'errore di una singola misura, l'errore di una serie di misure, l'errore di una grandezza espressa in funzione di grandezze misurate;
- **7)** si sappia trasformare in forma lineare una relazione tra due grandezze, con una scelta appropriata delle variabili, ed approssimare linearmente una serie di punti sperimentali;
- **8)** si sappia fare un uso appropriato della carta millimetrata con scale differenti (per es. polare e logaritmica);
- **9)** si sappiano esprimere i risultati finali e gli errori, correttamente arrotondati e col numero appropriato di cifre significative;
- **10)** si conoscano le norme di sicurezza nel lavoro di laboratorio. (Comunque, se il sistema sperimentale pone problemi di sicurezza, appropriate segnalazioni dovranno essere incluse nel testo del problema.)

# Sussidi

- [www.a-i-f.it](http://www.a-i-f.it)
- **LE OLIMPIADI DELLA FISICA**  
**Problemi dalle gare italiane e internazionali**  
*G. Cavaggioni, D.L. Censi, F. Minosso, P. Nesti, U. Penco*  
Zanichelli Editore
- **Proceedings of the XXX International Physics Olympiad**  
*G. Cavaggioni in A.I.F.*
- **Speciale Olimpiadi 2000 - 2001**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXXIX n.4 Suppl. 2006*
- **Speciale Olimpiadi 1996 - 1997**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXXVI n.3 Suppl. 2003*
- **Speciale Olimpiadi 1994 - 1995**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXX n.4 Suppl. 1997 A.I.F.*
- **Speciale Olimpiadi 1993**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXVIII n.3 Suppl. 1995*
- **Speciale Olimpiadi 1992**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXVII n.2 Suppl., 1994*
- **Speciale Olimpiadi 1991**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXV n.3 Suppl. 1992 A.I.F.*
- **Speciale Olimpiadi 1990**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXIV n.2 Suppl. 1991*
- **Speciale Olimpiadi 1989**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXIII n.1 Suppl. 1990*
- **Speciale Olimpiadi 1988**  
*La Fisica nella Scuola Anno XXI n.4 Suppl. 1988 A.I.F.*

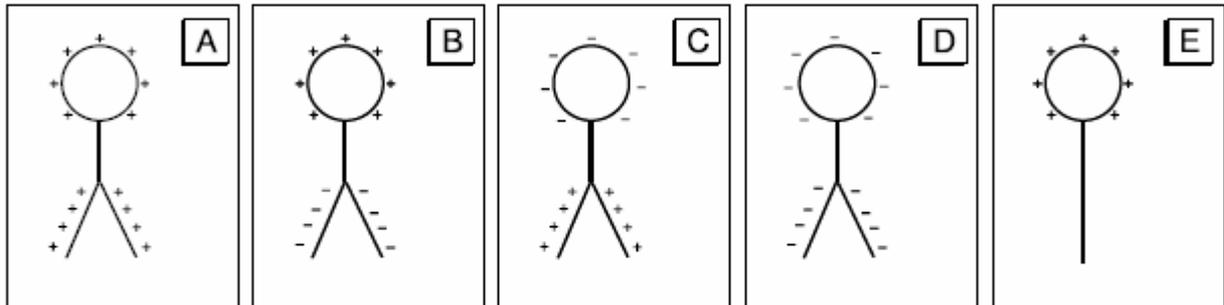
# Esempio Prova1

- 40 quesiti, ordinati in modo casuale
- Per ciascun quesito sono suggerite 5 risposte, tra queste SOLO UNA è quella corretta.
- Tabella con i valori di alcune costanti importanti in fisica.
- Puoi usare la calcolatrice tascabile.
- **REGOLE RELATIVE AL PUNTEGGIO:**
- – Per ogni risposta corretta : 5 punti.
- – Per ogni quesito senza risposta :1 punto.
- – Nessun punto si perde o si guadagna per le risposte errate.
- 100 MINUTI di tempo dall'inizio della prova.

## uesito 13

Una barretta caricata negativamente viene avvicinata al pomello di un elettroscopio scarico.

- Quale dei seguenti diagrammi rappresenta meglio la distribuzione di carica sull'elettroscopio?



## uesito 14

La forza gravitazionale esercitata dalla Terra su un grosso libro che si trova sulla cima del Gran Sasso (altezza 2900 m s.l.m.) ha un'intensità di 20 N.

- Quale sarebbe approssimativamente l'intensità della forza gravitazionale della Terra sullo stesso libro se questo fosse ad un'altezza doppia rispetto al livello del mare?

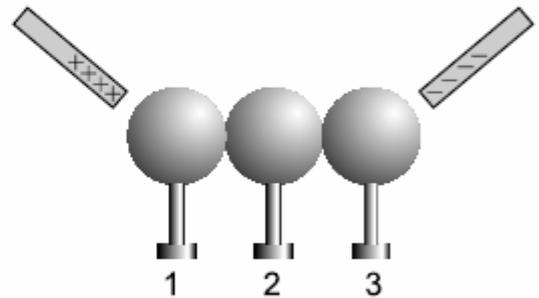
Nota: Si consideri la Terra come una sfera omogenea di raggio  $R_T = 6370$  km.

- [A] 2.5 N      [B] 5.0 N      [C] 10 N      [D] 20 N      [E] 40 N

## uesito 15

Tre sfere metalliche uguali 1, 2 e 3 sono montate su supporti isolanti e messe in contatto una con l'altra come mostrato in figura. Due bacchette uguali, caricate con cariche opposte di ugual modulo, sono disposte simmetricamente ai due lati delle sfere (vedi figura). Allontanata la sfera 2, si rimuovono le bacchette e subito dopo anche le sfere 1 e 3 vengono allontanate tra loro.

Successivamente la sfera 2 viene portata in contatto con la 1 e dopo con la 3.



- Alla fine la carica sulla sfera 2 è pari a ...

- [A] ... metà della carica che inizialmente stava sulla sfera 1, con lo stesso segno.  
 [B] ... metà della carica che inizialmente stava sulla sfera 1, ma di segno opposto.  
 [C] ... un quarto della carica che inizialmente stava sulla sfera 1, ma di segno opposto.  
 [D] ... un quarto della carica che inizialmente stava sulla sfera 1, con lo stesso segno.  
 [E] ... zero.

---

**QUESITO n. 13.** – **RISPOSTA**  $\Rightarrow$  **B**

La carica totale indotta sull'elettroscopio è nulla dato che la barretta carica non viene a contatto con lo strumento. La carica di segno opposto a quella inducente – quella positiva – si accumula sul pomello mentre le foglie si caricano di ugual segno, ossia negativamente, allontanandosi.

La rappresentazione più corretta è quindi quella della figura B.

---

**QUESITO n. 14.** – **RISPOSTA**  $\Rightarrow$  **D**

La forza gravitazionale che la Terra (supposta sferica ed omogenea) esercita su un altro corpo puntiforme (nel nostro caso il libro) è la stessa che si avrebbe se tutta la massa della Terra fosse concentrata nel suo centro, e dunque dipende dall'inverso del quadrato della distanza tra il centro della Terra e il libro.

Questa distanza non varia apprezzabilmente se si solleva il libro di 2900m: infatti il raggio della Terra è 6370km e la variazione relativa è

$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{2.9}{6370} \approx 4.6 \times 10^{-4} \quad \text{ossia meno dello } 0.05 \%.$$

Dunque non varierà apprezzabilmente neppure l'intensità  $P$  della forza gravitazionale, dato che la sua variazione relativa è, in modulo, doppia della precedente:

$$\left| \frac{\Delta P}{P} \right| = 2 \frac{\Delta r}{r} \approx 9.1 \times 10^{-4} \quad \Rightarrow \quad |\Delta P| = 9.1 \times 10^{-4} P = 0.018 \text{ N}$$

La forza gravitazionale agente sul libro resta quindi di circa 20 N.

---

**QUESITO n. 15.** – **RISPOSTA**  $\Rightarrow$  **C**

Nella prima fase si ha uno spostamento di cariche nelle tre sfere che, essendo in contatto, si comportano come un conduttore unico. Le sfere si caricano quindi per induzione: la sfera 3 con una certa carica positiva  $Q$ , la 1 con carica uguale in modulo ma negativa ( $-Q$ ), mentre la 2 rimane globalmente neutra per simmetria. Tali cariche rimangono sulle sfere se queste si allontanano una dall'altra prima di rimuovere le bacchette inducenti.

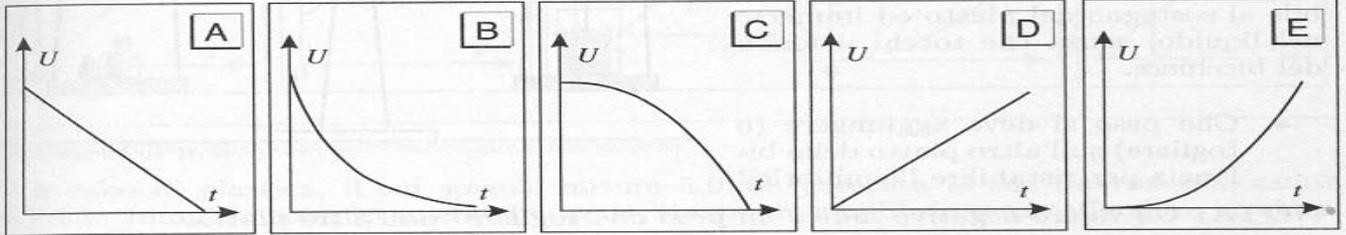
Al contatto tra la sfera 1 e la 2 la carica  $-Q$  si divide in parti uguali; al successivo contatto tra la sfera 2 e la 3 la carica totale delle due ( $Q - Q/2 = Q/2$ ) si ripartisce ancora in parti uguali: alla fine la carica che si trova sulla sfera 2 è  $Q/4$ .

## 1.1 – Questionario

### QUESITO n. 1.

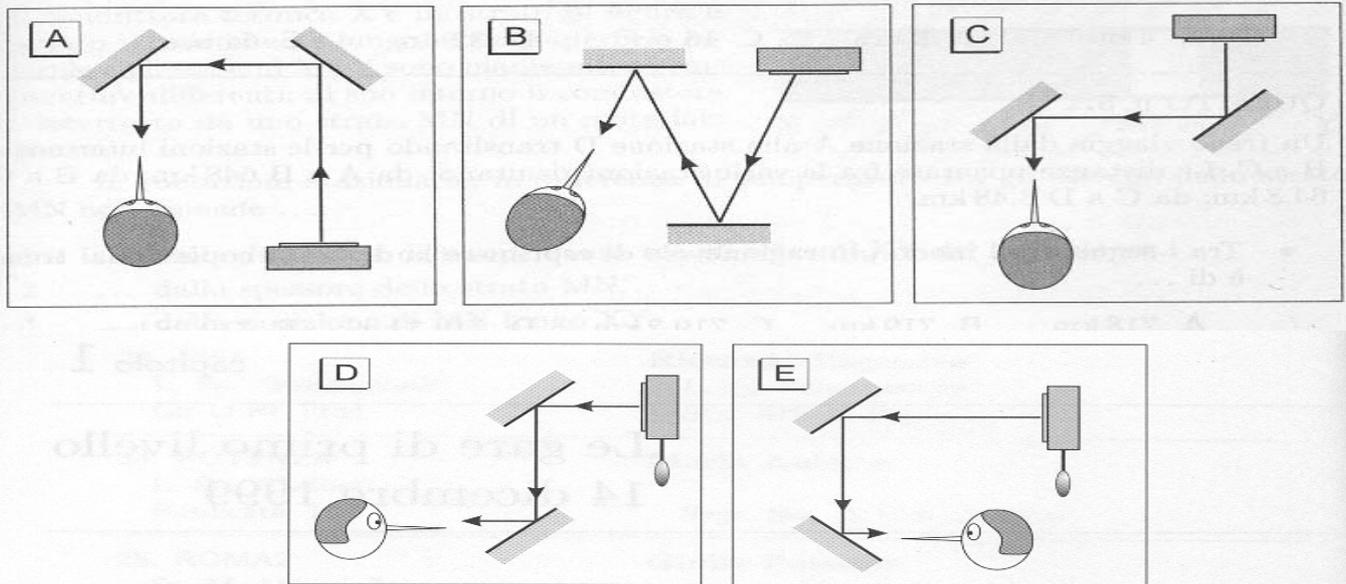
Un corpo viene abbandonato e cade liberamente sotto l'azione della forza di gravità.

- Trascurando ogni effetto dovuto alla resistenza dell'aria, quale dei seguenti grafici rappresenta meglio la variazione dell'energia potenziale con il tempo?



### QUESITO n. 2.

Le figure riprodotte sotto mostrano Pinocchio mentre guarda l'orologio a pendolo di mastro Geppetto attraverso la doppia riflessione di due specchi piani. Nelle prime tre (A, B, C) la scena è vista dall'alto, nelle altre due (D, E) di fianco.

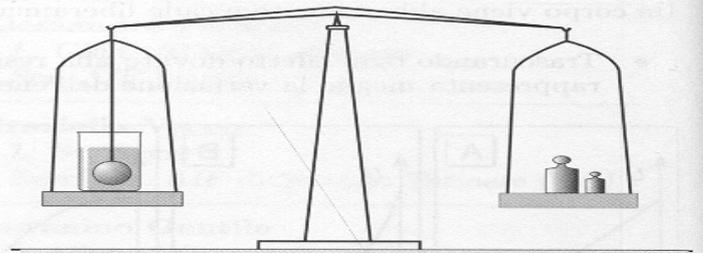


- In quale caso Pinocchio non vede correttamente il quadrante dell'orologio?

### QUESITO n. 3.

Un bicchiere contiene un liquido di densità  $1.4 \text{ g/cm}^3$  ed è posto su uno dei due piatti di una bilancia, in equilibrio. Successivamente, un solido di massa  $10.0 \text{ g}$  e densità  $8.0 \text{ g/cm}^3$  viene sospeso con un filo di massa trascurabile al sostegno del piatto ed immerso nel liquido, senza che tocchi il fondo del bicchiere.

- Che peso si deve aggiungere (o togliere) sull'altro piatto della bilancia per ristabilire l'equilibrio?



**NOTA:** Un valore negativo indica un peso da "togliere" dall'altro piatto.

A  $-1.75 \text{ g}$     B  $+1.75 \text{ g}$     C  $+8.25 \text{ g}$     D  $+10.0 \text{ g}$     E  $+11.75 \text{ g}$

## Risposte ai quesiti: 9316 questionari

### QUESITO n. 1. - RISPOSTA $\Rightarrow$ C

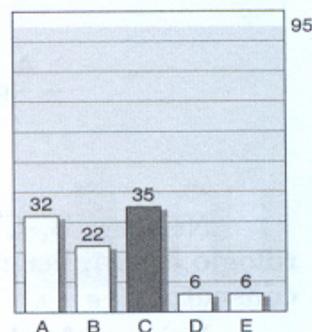
L'energia potenziale è data da  $U(h) = mgh$  dove  $h$  è l'altezza rispetto al suolo, positiva verso l'alto, e avendo scelto questo come livello di riferimento per l'energia.

Per un corpo che cade da un'altezza  $h_0$  partendo da fermo, la posizione rispetto al suolo è data da  $h(t) = h_0 - \frac{1}{2}gt^2$ .

L'energia potenziale varia quindi nel tempo secondo la relazione

$$U(t) = mg(h_0 - \frac{1}{2}gt^2).$$

Il grafico relativo è una parabola con la concavità verso il basso, quindi la curva più adatta è la C.



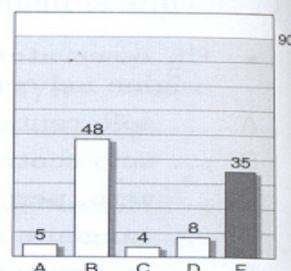
### QUESITO n. 2. - RISPOSTA $\Rightarrow$ E

Per rispondere a questa domanda è opportuno tracciare qualche raggio proveniente dall'orologio per capire che cosa vede Pinocchio dopo la doppia riflessione.

Si consideri che cosa accade, per esempio, al numero 3 del quadrante dell'orologio. Nel caso A, Pinocchio vede il 3 sulla destra del quadrante, come se guardasse direttamente l'orologio. Lo stesso accade per le situazioni B e C.

Per capire invece che cosa si vede nei casi D ed E, basta immaginare che cosa accade al numero 12. Nella situazione D il 12 si vede in alto, mentre nella situazione E si vede in basso anziché in alto per cui il quadrante appare capovolto.

Una soluzione più impegnativa, ma più sintetica ed elegante, consiste nel dimostrare preliminarmente che l'immagine di un punto rispetto ad una doppia riflessione su due piani corrisponde ad una semplice traslazione se i due piani sono paralleli oppure ad una rotazione attorno alla retta intersezione dei piani se questi sono incidenti; sia la traslazione che la rotazione dipendono solo dalla posizione relativa dei piani e non dal punto considerato, cosicché quello che si dimostra per un punto vale per anche un oggetto esteso.

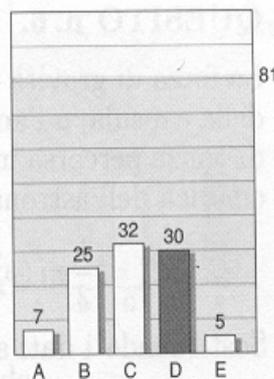


### QUESITO n. 3. - RISPOSTA $\Rightarrow$ D

Evidentemente la risposta esatta è la D, perché sul piatto della bilancia, già equilibrata con il bicchiere contenente il liquido, si aggiunge un corpo di massa 10.0 g il cui peso dovrà essere equilibrato con un peso uguale sull'altro piatto.

Si può notare che le nuove forze che si generano immergendo il corpo nel liquido, sono tutte coppie opposte (azione-reazione) di forze interne, escluso appunto il peso del corpo aggiunto; per esempio alla spinta di Archimede che l'acqua esercita sul corpo si contrappone una forza uguale e contraria del corpo sull'acqua.

Appare molto interessante l'elevata percentuale delle risposte errate B e C, legate ad un errato uso della spinta di Archimede.



# Gara di II Livello (2005)

- La prova consiste di due parti:
  - I ) rispondere a 10 quesiti ,
  - II ) risolvere 3 problemi.
- 1 ora e 20 minuti a disposizione per I),
- 1 ora e 40 minuti a disposizione per II).
- Per ottenere il massimo punteggio :
  - risultati numerici corretti,
  - indicare le leggi e i principi validi nella situazione in esame .
- Sviluppare il procedimento risolutivo in forma algebrica
- Far seguire dati e risultati numerici dalle corrette unita' di misura.
- Si puo' usare la calcolatrice tascabile.
- Non `e permesso l'uso di manuali
- Griglia per i Quesiti
  1. Risposta corretta e chiaramente motivata : 3 punti.
  2. Nessun punto verra' detratto per le risposte errate.
  3. Nessun punto verra' assegnato alle mancate risposte.

## Le gare di secondo livello 18 febbraio 2000

### 2.1 – I testi dei quesiti e dei problemi

#### Prima parte: Quesiti

##### QUESITO n. 1.

Un'automobile che comincia ad accelerare uniformemente copre, nei primi 4 s, una distanza pari a 32 m e nei successivi 4 s un'ulteriore distanza di 56 m.

- Qual era la velocità iniziale dell'automobile?

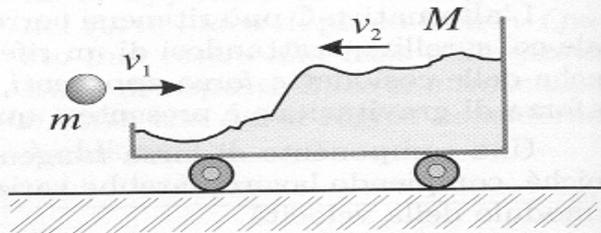
##### QUESITO n. 2.

Due moli di He, in un recipiente, hanno una temperatura di  $100^{\circ}\text{C}$  e subiscono una trasformazione nella quale assorbono  $2.0 \times 10^4 \text{ J}$  di calore. Al termine la temperatura del gas è di  $1000^{\circ}\text{C}$ .

- Determinare l'eventuale scambio di energia avvenuto sotto forma di lavoro meccanico.

##### QUESITO n. 3.

Un carrellino pieno di sabbia avente massa complessiva di 20 kg si muove verso sinistra lungo un piano orizzontale senza attrito alla velocità di  $0.5 \text{ m s}^{-1}$ . Una palla di massa 1 kg, mentre si muove orizzontalmente verso destra a  $14 \text{ m s}^{-1}$ , colpisce il carrellino e resta conficcata nella sabbia.



- Determinare il modulo e il verso della velocità del sistema dopo l'urto.

##### QUESITO n. 4.

Fra due elettrodi è mantenuta una differenza di potenziale  $V = 400 \text{ V}$ . I due elettrodi sono posti nel vuoto e da quello a potenziale minore sono emessi, a velocità trascurabile,  $6.25 \times 10^{16}$  elettroni al secondo.

Tutti gli elettroni sono catturati dal secondo elettrodo – costituito da una piastrina di alluminio avente una massa di 0.25 g – provocandone un aumento di temperatura.

## 2.2 – Le soluzioni

### Prima parte: Quesiti

#### QUESITO n. 1.

In 4 s, l'automobile percorre 32 m, in 8 s ne percorre 88. Detti rispettivamente  $t_1, t_2$  e  $s_1, s_2$  i due tempi e i relativi spazi percorsi,  $v_0$  e  $a$  la velocità iniziale e l'accelerazione (costante) si ha

$$s_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2 \quad \text{e} \quad s_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2$$

la cui soluzione, per l'incognita  $v_0$  è

$$v_0 = \frac{\begin{vmatrix} s_1 & t_1^2/2 \\ s_2 & t_2^2/2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} t_1 & t_1^2/2 \\ t_2 & t_2^2/2 \end{vmatrix}} = \frac{s_1 t_2^2 - s_2 t_1^2}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)} = 5 \text{ m s}^{-1} \equiv 18 \text{ km/h}$$

In alternativa si poteva ricordare che, in un moto uniformemente accelerato, la media delle velocità iniziale e finale in un certo intervallo di tempo coincide con la velocità (*istantanea*) all'istante intermedio dello stesso intervallo; infatti essendo  $v(t) = v_0 + at$  si ha

$$v_{\text{media}} = \frac{1}{2} [v(t_1) + v(t_2)] = \frac{1}{2} [2v_0 + a(t_1 + t_2)] = v_0 + a \frac{t_1 + t_2}{2} = v(t_{\text{medio}})$$

Dai dati si ricavano subito le velocità agli istanti  $t' = 2 \text{ s}$  e  $t'' = 6 \text{ s}$  ottenendo  $v' = 8 \text{ m s}^{-1}$  e  $v'' = 14 \text{ m s}^{-1}$ ; da questi poi si ha l'accelerazione ( $a = (v'' - v') / (t'' - t') = 1.5 \text{ m s}^{-2}$ ) e infine la velocità iniziale

$$v_0 = v' - at' = 5 \text{ m s}^{-1}.$$

#### QUESITO n. 2.

Per il primo principio della termodinamica,  $\Delta U = Q - L$ , si ottiene che il lavoro compiuto dal gas sull'ambiente esterno è

$$L = Q - \Delta U.$$

Per un gas monoatomico come l'He, il calore molare a volume costante è  $C_V = (3/2) R$ , per cui  $\Delta U = n (3/2) R \Delta T$ . Con i dati del problema:

$$L = Q - \frac{3}{2} n R \Delta T = -2.4 \times 10^3 \text{ J}.$$

Il valore negativo indica che il lavoro è compiuto *sul* gas.

### quesito 3

Un condensatore di capacità elettrica  $C$  è caricato ad una differenza di potenziale  $V_0$  e successivamente isolato. Un secondo condensatore, inizialmente scarico e di capacità elettrica  $nC$ , viene collegato in parallelo al primo.

- Indicata con  $V' = V_0/7$  la differenza di potenziale elettrico presente ai capi dei due condensatori così collegati, quanto vale  $n$ ?

### quesito 4

Un'automobile con il motorino di avviamento guasto è parcheggiata in un tratto piano di strada rettilinea. Due persone si offrono di spingerla sviluppando complessivamente una forza di 650 N. La massa dell'automobile, compreso l'automobilista, è di 840 kg. L'attrito produce complessivamente una resistenza che si può stimare in 370 N.

- Se per riavviare il motore è necessario che l'automobile abbia raggiunto una velocità minima di 9 km/h, dopo quanto tempo dall'inizio della spinta l'automobilista può rilasciare il piede dalla frizione?

### quesito 5

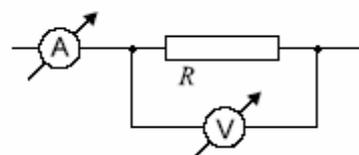
Un cilindro chiuso da un pistone mobile contiene 8 g di vapore acqueo alla temperatura di 55°C. Il vapore viene compresso isotericamente.

- Sapendo che a quella temperatura la densità di vapor saturo vale  $104.3 \text{ g m}^{-3}$ , determinare quanto vale il volume quando il vapore inizia a condensare.

### quesito 6

Nel tratto di circuito rappresentato in figura, l'amperometro A misura una corrente  $i = 30 \text{ mA}$  ed il voltmetro V una differenza di potenziale  $V = 100 \text{ V}$ .

- Trovare il valore della resistenza  $R$ , se la resistenza interna del voltmetro è  $r = 10 \text{ k}\Omega$ .



### quesito 7

Un misuratore di gravità (*gravimetro*) può essere costituito, nella forma più semplice, da una molla tenuta verticalmente alla quale è appeso un oggetto che, a riposo, ne determina l'allungamento.

Carlo possiede un gravimetro e lo porta in ascensore. L'allungamento della molla quando l'ascensore parte è pari ai  $4/5$  di quello osservabile con l'ascensore fermo.

- Se la massa di Carlo è  $M = 60 \text{ kg}$ , calcolare la forza esercitata dall'ascensore sui piedi di Carlo nel momento in cui parte.

---

**Quesito n.3**

La carica  $Q$  inizialmente presente sul primo condensatore vale  $Q = CV_0$ . La capacità complessiva del sistema dei due condensatori in parallelo vale  $C' = C_1 + C_2 = (n + 1)C$ . Per la conservazione della carica si ha

$$Q = CV_0 = C'V' \Rightarrow CV_0 = (n + 1)C \frac{V_0}{7} \Rightarrow n = 6.$$

---

**Quesito n.4**

Per la seconda legge della dinamica, l'automobile è sottoposta ad un'accelerazione  $a = F/m$  dove  $F$  è la risultante della spinta  $S$  delle due persone e della forza d'attrito  $A$  in verso opposto:  $F = S - A$ .

Il moto è uniformemente accelerato con velocità iniziale nulla; dunque il tempo  $t$  necessario per raggiungere la velocità minima richiesta si determina in questo modo

$$v = at \Rightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{mv}{S - A} = 7.5 \text{ s.}$$

Più direttamente il tempo si può trovare con il teorema dell'impulso:

$$F \Delta t = m \Delta v \text{ essendo } v = 0 \text{ per } t = 0$$

AIF – Olimpiadi di Fisica 2005

Gara di 2° Livello – SOLUZIONE dei QUESITI – 10 Febbraio 2005

---

**Quesito n.5**

Una massa  $m$  di vapore acqueo saturo occupa un volume  $V$  pari a

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{sat}}} = 77 \text{ litri.}$$

essendo  $\rho_{\text{sat}}$  la densità data. Quando il volume diventa minore di questo valore inizia la condensazione.

---

**Quesito n.6**

La corrente  $i$  misurata dall'amperometro attraversa successivamente il parallelo costituito dalla resistenza incognita  $R$  e dal voltmetro che presenta una resistenza  $r$ . Detta  $R^*$  la resistenza equivalente del parallelo si può allora scrivere

$$V = R^* I \text{ con } \frac{1}{R^*} = \frac{1}{R} + \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{1}{R} + \frac{1}{r} = \frac{i}{V} \text{ da cui } R = \frac{Vr}{ir - V} = 5.0 \text{ k}\Omega.$$

---

**Quesito n.7**

Sia  $F$  la forza che il pavimento dell'ascensore esercita sui piedi di Carlo. Nel caso generico in cui l'ascensore abbia accelerazione  $a$  (assunta positiva verso il basso) il moto di Carlo e l'equilibrio della massa  $m$  appesa alla molla di costante elastica  $k$  sono descritti dalle equazioni

$$Mg - F = Ma \text{ e } mg - k\Delta\ell = ma$$

Eliminando  $a$  si trova una relazione tra  $F$  e  $\Delta\ell$ :

$$a = g - \frac{F}{M} = g - \frac{k\Delta\ell}{m} \Rightarrow F = \frac{kM}{m} \Delta\ell$$

Detti  $F_0$  e  $\Delta\ell_0$  i valori particolari quando  $a = 0$  (ascensore fermo o in moto uniforme) si ha

$$F = \frac{\Delta\ell}{\Delta\ell_0} F_0 = \frac{4}{5} Mg = 471 \text{ N}$$

In modo più semplice, ricordando che un sistema di riferimento accelerato e quindi non inerziale è sempre localmente indistinguibile da un riferimento inerziale in cui sia presente un opportuno campo di gravità (*Principio di equivalenza*), dal fatto che il gravimetro mostra una gravità apparente  $g' = 4g/5$  si può dedurre immediatamente che la reazione vincolare del pavimento sui piedi di Carlo è  $4/5$  del suo peso reale.

Seconda parte: Problemi

**PROBLEMA N. 1 – Macchina di Atwood**

Due sferette di massa rispettivamente  $m$  ed  $M$  sono appese alle estremità opposte di un lungo filo che può scorrere attorno a due carrucole fisse; filo e carrucole hanno massa trascurabile. Sulla sferetta  $m$  è appoggiato un anello di massa  $m_0$ , infilato nel filo. Il dispositivo è costruito in modo che, quando il filo scorre:

- se  $m$  si alza sopra la linea di riferimento porta su anche l'anello come in fig. 2;
- se  $m$  va più in basso della stessa linea l'anello resta appoggiato ad un apposito sostegno (la superficie inferiore dell'anello permette urti totalmente anelastici) come in fig. 3.

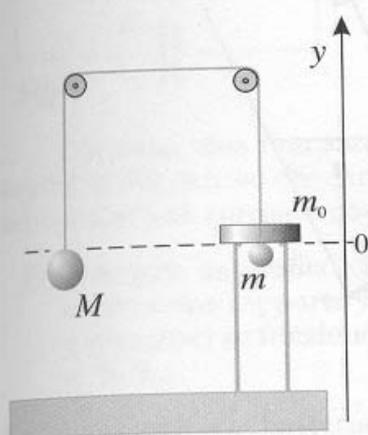


Fig.1

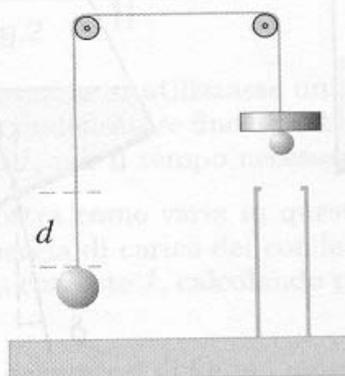


Fig.2

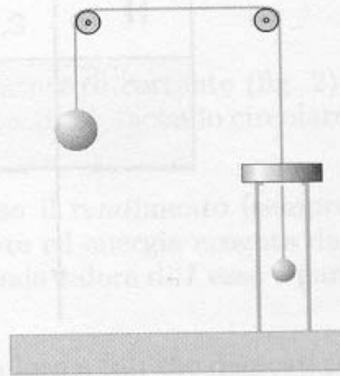


Fig.3

Rispetto alla posizione di equilibrio mostrata in fig. 1, che coincide con la linea di riferimento, il filo inizialmente viene tirato in modo che  $M$  si abbassi per una lunghezza  $d$ ; poi il tutto viene rilasciato. Si chiede di studiare il moto del sistema rispetto alla linea di riferimento ( $y = 0$ ). In particolare si chiede di:

1. Calcolare il modulo dell'accelerazione di  $m$  quando è più in alto di  $M$  e viceversa (tali moduli verranno chiamati rispettivamente  $a_1$  e  $a_2$ ).
2. Calcolare l'istante  $t'$  nel quale  $m_0$  cade per la prima volta sul sostegno e la velocità  $v_1$  posseduta in quell'istante.
3. Calcolare la variazione di energia meccanica del sistema in seguito all'arresto di  $m_0$ .
4. Calcolare l'istante  $t''$  in cui  $m$  si trova nel punto più basso e quello  $t'''$  in cui  $m_0$  e  $m$  sono di nuovo in contatto.
5. Disegnare i diagrammi della posizione e della velocità di  $m$  fino all'istante  $t'''$ .

**Dati numerici:**  $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ ;  $M = 90.0 \text{ g}$ ;  $m = 70.0 \text{ g}$ ;  $m_0 = 40.0 \text{ g}$ ;  
 $d = 0.500 \text{ m}$ .

## GRIGLIA DI VALUTAZIONE :

Totale Punti 20

<b>1</b>	<i>Calcolo dei moduli delle due accelerazioni</i> .....	<b>7</b>
1.a	Impostazione corretta dei due sistemi risolvanti .....	4
1.b	Soluzione algebrica corretta dei due sistemi .....	2
1.c	Soluzioni numeriche corrette .....	1
<b>2</b>	<i>Istante e velocità di caduta di <math>m</math> e <math>m_0</math> sul supporto</i> .....	<b>3</b>
2.a	Impostazione corretta delle due leggi orarie .....	1
2.b	Soluzione algebrica corretta del quesito .....	1
2.c	Soluzione numerica corretta .....	1
<b>3</b>	<i>Calcolo dell'energia cinetica perduta</i> .....	<b>2</b>
3.a	Impostazione algebrica corretta della soluzione .....	1
3.b	Soluzione algebrica e numerica corretta .....	1
<b>4</b>	<i>Calcolo degli istanti <math>t''</math> e <math>t'''</math></i> .....	<b>4</b>
4.a	Impostazione corretta dell'equazione del moto .....	1
4.b	Soluzione algebrica dei due quesiti .....	2
4.c	Soluzione numerica corretta dei due quesiti .....	1

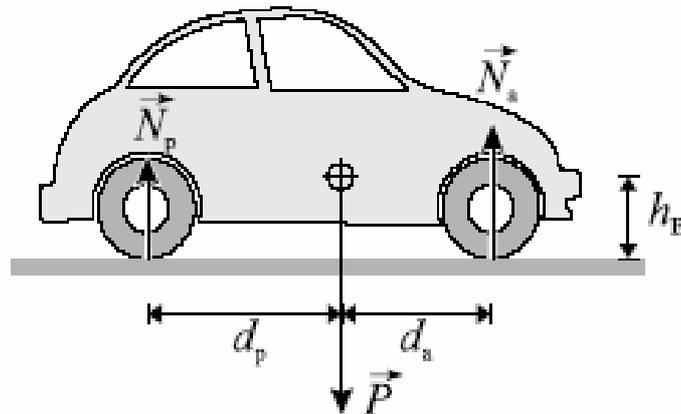
segue  $\Rightarrow$

# Problemi

## 1. Un'auto in frenata. 20 punti

- Un'automobile ha una massa (comprensiva di passeggeri e bagaglio) di 1400 kg. La distanza tra gli assi delle ruote è di 2.50m e il baricentro si trova a 1.10m dall'asse delle ruote anteriori, ad un'altezza di 60 cm dal suolo.
- L'automobile sta viaggiando su un tratto rettilineo di una strada orizzontale, a velocità costante; la velocità non è elevata, cosicché in tutte le domande che seguono si può trascurare l'attrito dell'aria.
- 1. Calcolare il modulo della forza normale al piano stradale che questo esercita complessivamente sulle due ruote anteriori e di quella che viene esercitata sulle due ruote posteriori.
- 2. Ad un certo istante, sullo stesso tratto di strada, l'automobile frena con un'accelerazione (in modulo) di  $2.10\text{ms}^{-2}$ . Calcolare il modulo della forza frenante complessiva che la strada esercita sull'automobile durante questa fase.
- 3. Calcolare il modulo della forza normale complessiva che la strada esercita, durante la frenata, sulle due ruote anteriori e di quella che viene esercitata sulle due ruote posteriori.
- 4. Supponendo che gli ammortizzatori anteriori si comportino come molle, calcolarne la costante elastica, sapendo che durante la frenata si comprimono di 6.0 cm in più rispetto all'andatura a velocità costante, considerando che la forza normale si ripartisce in modo uguale tra le due ruote anteriori.

1.



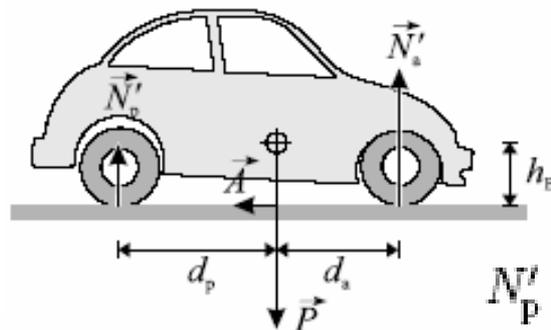
$$N_a + N_p = Mg$$

$$N_p = \frac{Mg}{d_p/d_a + 1} = 6.04 \text{ kN}$$

$$N_a d_a = N_p d_p$$

$$N_a = Mg - N_p = 7.69 \text{ kN}$$

2.



$$\vec{P} + \vec{N}'_p + \vec{N}'_a + \vec{A} = M \vec{a}$$

$$N'_p + N'_a = Mg$$

$$A = Ma \quad A = 2.94 \text{ kN}$$

3.

$$N'_a d_a = N'_p d_p + Ah_B$$

$$N'_p = \frac{Mgd_a - Ah_B}{d_a + d_p} = 5.34 \text{ kN}$$

$$N'_a = Mg - N'_p = 8.40 \text{ kN}$$

4.

$$\Delta l_1 = \frac{1/2 N_a}{k} \quad \Delta l_2 = \frac{1/2 N'_a}{k} \quad \Delta l_2 - \Delta l_1 = \frac{1}{2} \frac{N'_a - N_a}{k}$$

$$k = \frac{N'_a - N_a}{2(\Delta l_2 - \Delta l_1)} = \frac{Mah_B}{2(\Delta l_2 - \Delta l_1)d} = 5.88 \text{ kNm}^{-1}$$

# Gare Nazionali –(2004)

## • 4 problemi. 4 ore

AIF – Olimpiadi di Fisica 2004

Gara Nazionale – Senigallia – 23 Aprile 2004

---

PROBLEMA n. 1 – Asta
----------------------

100 Punti

Un'asta omogenea di massa  $M$ , lunghezza  $L$  e dimensioni trasversali trascurabili è inizialmente appoggiata in posizione verticale su un pavimento orizzontale rigido, in equilibrio instabile. Discutere i casi seguenti, senza considerare l'attrito tranne che quando ciò viene esplicitamente richiesto, e indicando con  $O$  il punto iniziale di appoggio e con  $\vartheta$  l'angolo che essa forma in ogni istante col piano orizzontale.

Nel primo caso l'asta non ha alcun appoggio tranne il pavimento senza attrito. Essendo l'equilibrio instabile, ad un certo punto inizia a cadere verso destra.

1. Dire a quale distanza da  $O$  si trova il centro dell'asta quando esso tocca il pavimento.

In questo secondo caso, l'asta è inizialmente appoggiata contro una parete verticale e inizia a cadere ruotando intorno a  $O$ . A un certo punto essa perde il contatto con la parete e, continuando la caduta, inizia a scivolare lateralmente sul pavimento.

- 2.a. Calcolare le componenti radiale e tangenziale dell'accelerazione del centro di massa (o centro dell'asta) in funzione dell'angolo  $\vartheta$ .
- 2.b. Calcolare quanto vale  $\vartheta$  e la velocità del centro di massa nell'istante in cui inizia a scivolare lateralmente sul pavimento.

Nel terzo caso l'asta è inizialmente come alla domanda 1, ma sul pavimento è presente un forte attrito statico, con coefficiente  $\mu$ . Tuttavia, anche con  $\mu$  comunque grande, si ha certamente uno slittamento del punto di appoggio dell'asta sul pavimento quando  $\vartheta$  raggiunge un certo valore limite.

3. Trovare questo valore.

*Suggerimento: Il momento d'inerzia dell'asta rispetto a un asse ortogonale ad essa e passante per un suo estremo è  $ML^2/3$ .*

## PROBLEMA n. 1 — Asta

GRIGLIA DI VALUTAZIONE :	Totale Punti 100
<b>1</b> <i>Asta senza appoggio verticale e senza attrito</i> .....	<b>8</b>
1.a   Spiegazione corretta .....	8
<b>2</b> <i>Asta con appoggio verticale e senza attrito</i> .....	<b>39</b>
2.a   Momento agente sull'asta .....	6
2.b   Componenti dell'accelerazione in funzione di $\vartheta$ .....	8
2.c   Energia cinetica rotazionale .....	6
2.d   Forza orizzontale .....	8
2.e   Condizione di distacco dalla parete .....	5
2.f   Valore di $\vartheta$ .....	4
2.g   Valore di $v$ .....	2
<b>3</b> <i>Asta senza appoggio verticale e con attrito</i> .....	<b>28</b>
3.a   Utilizzo dei risultati del punto precedente .....	5
3.b   Reazione normale .....	7
3.c   Condizione di annullamento di $N$ .....	5
3.d   Verifica che in quel caso limite non si annulli anche $F$ .....	7
3.e   Valore limite di $\vartheta$ .....	4
<i>Bonus per la completezza della soluzione, in misura di punti 1 per ogni punto oltre i 50</i> .....	<b>25</b>

### 3.3 – La prova sperimentale

#### Una scatola con dadi

120 punti

##### Introduzione

La scatola da biscotti che trovate sul vostro tavolo è numerata e sigillata. **Non dovete assolutamente tentare di aprirla.** Essa contiene un numero pari di dadi da bullone, tutti uguali tra loro, suddivisi in due gruppi uguali e fissati all'interno della scatola lungo la sua parete cilindrica, alla stessa distanza dal coperchio e dal fondo. Sapendo che la scatola vuota ha una massa di 150 g mentre ogni dado ha una massa di 42 g (entrambi questi valori hanno un'incertezza di 1 g), determinare:

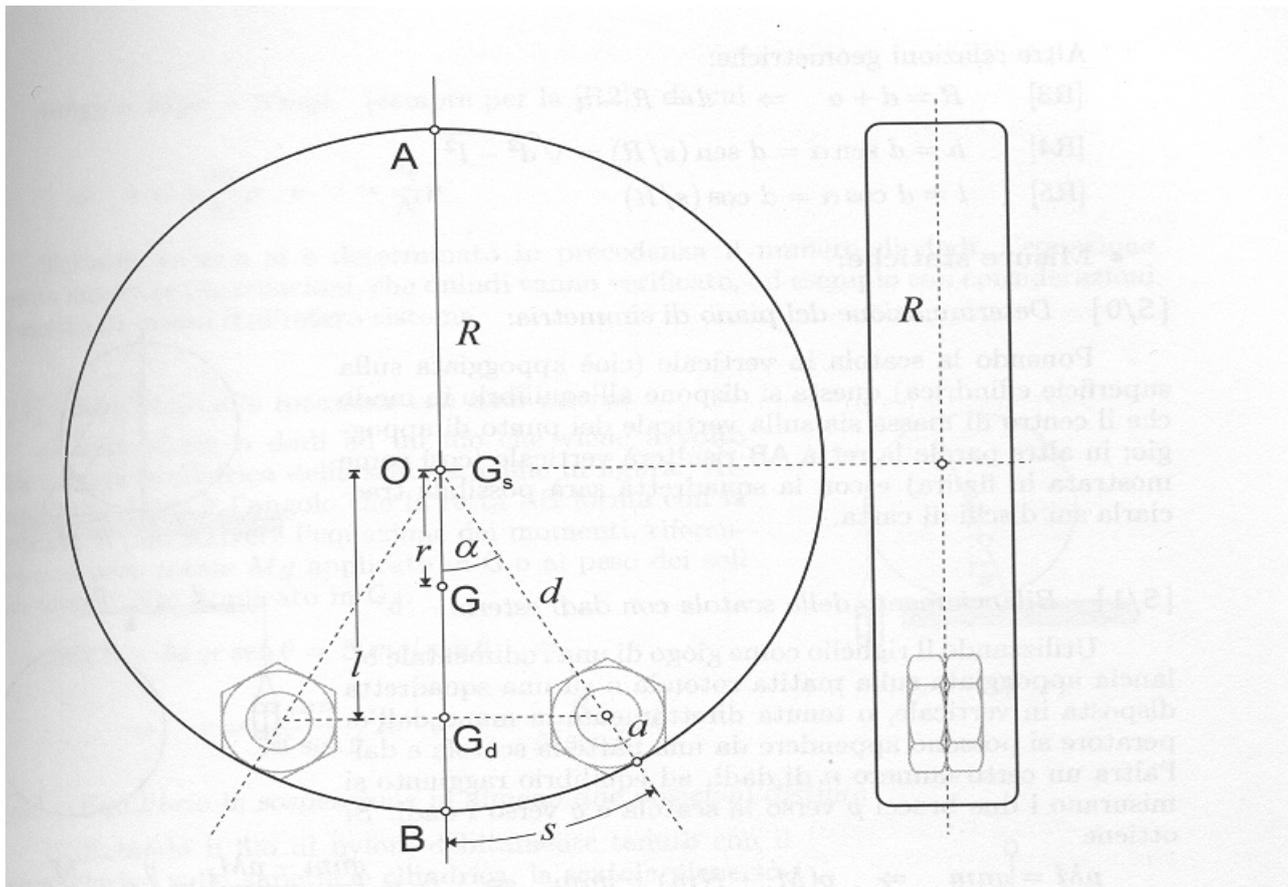
1. il numero complessivo di dadi contenuti nella scatola;
2. le posizioni dei due gruppi di dadi;
3. il centro di massa dell'intero sistema costituito dalla scatola e dai due gruppi di dadi;
4. il centro di massa dei due gruppi di dadi.

##### Note

- A Lo spirito con cui viene proposta questa prova è il seguente. Spesse volte per ricavare informazioni significative non è indispensabile avere a disposizione strumenti di misura particolari: si possono sfruttare gli oggetti che incidentalmente abbiamo a portata di mano, escogitando vari trucchi e usando molta fantasia. Tenendo presente questo spirito, per rispondere alle domande poste **dovete servirvi solamente degli oggetti che vi vengono consegnati**, anche se molti di essi sembrano oggetti “*da ufficio*” e non “*da laboratorio*”. Ad esempio, il nastro biadesivo può essere utilizzato per fissare sul tavolo o sulla scatola una matita, la quale a sua volta può servire da appoggio per un altro oggetto.
- B Inizialmente **dovete ricoprire con due dischi di carta sia il coperchio sia il fondo della scatola**, fissandoli con nastro adesivo o biadesivo. Su questi dischi potrete più facilmente eseguire le vostre costruzioni grafiche.
- C **La numerazione delle domande è solo indicativa**, nel senso che a seconda della strada intrapresa nella risoluzione può convenire rispondere, ad esempio, prima alla domanda **4.** che alla **1.**
- D Sarà valutato positivamente anche il **numero di metodi utilizzati** per rispondere alle singole domande (purché siano significativamente diversi tra di loro).
- E Le costruzioni grafiche riportate sui dischi di carta possono fornire elementi utili per valutare il vostro lavoro, quindi al termine della prova **dovete consegnare anche tali dischi**, scrivendovi sopra il vostro nome. Togliete inoltre tutto il nastro adesivo e biadesivo fissato alla scatola, perché questa deve servire anche per il secondo turno.

##### Elenco dei materiali a disposizione

- Scatola da biscotti
- N. 6 dadi da bullone identici a quelli che si trovano fissati all'interno della scatola
- Squadra da disegno



Infine, un'ulteriore difficoltà sorge a questo punto dal momento che  $I$  non è indipendente da  $r$ : dunque l'ultima equazione non è facilmente invertibile per ricavare  $r$ .

**GRIGLIA DI VALUTAZIONE : Totale Punti 175 (da normalizzare a 120)**

<b>0</b>	<b>Punteggio per ogni metodo di risposta alle varie domande .....</b>	<b>30</b>
	Nota: il punteggio massimo è di 30 per ogni domanda, però va rinormalizzato al punteggio massimo previsto per quella certa domanda (da dividere per 3 nel caso di metodo aggiuntivo) .....	
0.a	Correttezza del metodo .....	5
0.b	Correttezza della spiegazione teorica .....	5
0.c	Precisione delle misure .....	3
0.d	Precisione della trattazione degli errori sperimentali .....	2
0.e	Principali cause di errore .....	3
0.f	Attendibilità del risultato numerico (vedi punti di seguito indicati) ...	2
0.g	Quesito 1 [S/1]: oggetto usato per "fare bilancia" .....	1
0.h	Quesito 1 [S/1]: appende oppure appoggia, per "fare bilancia" .....	2
0.i	Quesito 3 [S/2]: punta alla matita da entrambe le parti .....	2
0.j	Quesito 3 [S/5]: fili di sospensione scelti inclinati al massimo tra loro	3
0.k	Quesito 3 [S/6]: individuazione punto di contatto tra circonferenza e piano inclinato .....	2
0.l	Quesito 3 [S/6]: piano, inclinato il più possibile, per migliorare la precisione .....	3
0.m	Quesito 4 [S/3]: non si è posto il problema delle soluzioni multiple ...	-2

segue ⇒