

**Nome e cognome:** .....

**Matricola:** .....

**Istruzioni:** *riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare “brutte copie” o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione*

----- **PARTE 1/2**

1. Un razzo giocattolo parte dall'origine di un sistema di riferimento fissato al suolo (asse  $X$  orizzontale ed asse  $Y$  verticale); il razzo ha massa  $M = 2.0$  kg e la sua velocità iniziale è rappresentata da un vettore di modulo  $v_0 = 9.0$  m/s che forma un angolo  $\theta = \pi/3$  rispetto all'orizzontale. Arrivato al **punto di massima altezza** della sua traiettoria, il razzo si separa in due frammenti di massa rispettivamente  $m_1 = M/4$  ed  $m_2 = 3M/4$  a causa dell'azione di un'esplosione interna; la velocità del frammento 1 rispetto al suolo, misurata subito dopo l'esplosione, è  $v_1 = 3.0$  m/s diretta **orizzontalmente** nel verso positivo dell'asse  $X$ . Trascurate ogni forma di attrito nel moto del razzo e dei suoi frammenti, e considerateli puntiformi. [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità che è, ovviamente, diretta verticalmente verso il basso; può farvi comodo ricordare che  $\cos(\pi/3) = 1/2$  e  $\sin(\pi/3) \sim 0.87$ ]

- a) Quanto vale l'energia  $E$  liberata dall'esplosione? [Supponete che l'energia dell'esplosione sia interamente sfruttata per separare fra loro i due frammenti]

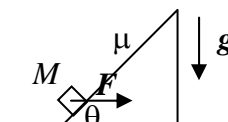
$E = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  J

- b) Quali sono le coordinate  $x_1$  ed  $x_2$  di impatto al suolo dei due frammenti?

$x_1 = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$  m

$x_2 = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$  m

2. Una piccola cassa di massa  $M$  risale lungo un piano inclinato che forma un angolo  $\theta = \pi/4$  rispetto all'orizzontale sotto l'azione di una forza  $F$  diretta orizzontalmente, come rappresentato in figura. Il piano è scabro e presenta un coefficiente di attrito dinamico  $\mu$  per il moto della cassa.



- a) Sapendo che la forza  $F$  è **uniforme e costante**, come si scrive l'accelerazione  $a$  della cassa nella direzione parallela al piano inclinato? [Considerate positivo il verso orientato verso l'alto e **non usate** valori numerici per questa risposta]

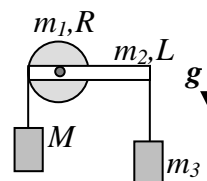
$a = \dots\dots\dots$

- b) Supponendo  $M = 5.0$  kg,  $F = 1.4 \times 10^3$  N,  $\mu = 0.50$ , e sapendo che l'altezza del piano è  $h = 5.0$  m, quanto vale il lavoro  $L$  fatto dalla forza  $F$  nell'intero spostamento (da fondo a cima del piano inclinato)? [Attenti a capire **bene** la domanda!]

$L = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  J

----- **PARTE 3**

3. Un sistema meccanico è costituito da un disco pieno e omogeneo di raggio  $R = 50$  cm e massa  $m_1 = m = 10$  kg libero di muoversi ruotando senza attrito su attorno ad un perno passante per il suo centro, ed una sottile sbarra omogenea, di lunghezza  $L = 4R = 2.00$  m e massa  $m_2 = m_1 = m$ . Come mostrato in figura, la sbarra è solidale al disco, essendovi avvitata in modo che il centro del disco si trovi ad una distanza  $R = L/4$  dal suo estremo di sinistra (rispetto alla figura); all'estremo di destra è appesa una massa  $m_3 = 2.0$  kg. Inoltre sulla superficie laterale del disco è avvolta una fune inestensibile di massa trascurabile che termine con un blocco di massa  $M$  (incognita): il disco si comporta da puleggia e la fune non slitta sulla sua superficie. [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]

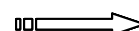


- a) Quanto deve valere la massa  $M$  del blocco agganciato alla fune affinché la situazione descritta sia di equilibrio? [Considerate orizzontale la direzione della sbarra]

$M = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  kg

- b) Supponendo che all'istante  $t_0 = 0$  la massa  $m_3$  venga staccata dall'estremo della sbarra (la fune che la lega all'estremo della sbarra viene tagliata), quanto vale, in modulo, l'accelerazione angolare  $\alpha$  con cui il sistema sbarra+disco comincia a ruotare? [Usate il valore di  $M$  determinato nella risposta precedente per la massa del blocco collegato alla puleggia; può farvi comodo ricordare il “teorema degli assi paralleli”:  $I' = I_{CM} + md^2$ , dove  $I_{CM}$  è il momento di inerzia per una rotazione attorno ad un asse per il centro di massa di un corpo di massa  $m$  generica e  $d$  è la distanza tra questo asse ed un altro asse, parallelo al primo, rispetto al quale il momento di inerzia vale  $I'$  ]

$\alpha = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$  rad/s<sup>2</sup>



4. Una macchina termica, che lavora con una quantità  $n = 2.00 \times 10^{-2}$  moli di un gas perfetto monoatomico, esegue in ogni ciclo una successione di tre trasformazioni reversibili: espansione adiabatica  $A \rightarrow B$ , compressione a pressione costante  $B \rightarrow C$ , trasformazione a volume costante  $C \rightarrow A$ . Si sa che la temperatura al punto A vale  $T_A = 900$  K e che in ogni ciclo la macchina assorbe dalle sorgenti “calde” una quantità di calore  $Q_{ass} = 83.1$  J. [Usate  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto vale la minima temperatura  $T'$  raggiunta dal gas durante il ciclo?

$$T' = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ K}$$

b) Sapendo che  $V_B/V_C = 1.20$ , quanto vale l'efficienza  $\eta$  del ciclo?

$$\eta = \dots\dots\dots = \dots\dots$$

----- PARTE 4

5. Un dispositivo elettrico è costituito da tre dischetti, I, II, III, di sezione  $S = 10 \text{ cm}^2$  e altezza  $h = 2.5 \text{ cm}$ , disposti l'uno sull'altro (in modo coassiale e tale da porre a contatto coppie di superfici di base). I materiali di cui sono fatti i dischetti sono debolmente conduttori: in particolare, i dischetti I e III sono fatti di materiale con **resistività**  $\rho_A = 2.0 \times 10^5 \text{ ohm m}$ , mentre il materiale del dischetto II ha resistività  $\rho_B = 4.0 \times 10^5 \text{ ohm m}$ . Le superfici di base del sistema dei tre dischetti (cioè le superfici “esterne” dei dischetti I e III) sono ricoperte da elettrodi realizzati di materiale ottimo conduttore; questi elettrodi sono collegati ad un generatore di differenza di potenziale ideale  $V_0 = 10$  V (il polo positivo è collegato all'elettrodo alla base del dischetto I); supponete che il sistema abbia raggiunto condizioni **stazionarie**. [Usate il valore  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  per la costante dielettrica del vuoto, che vale anche per il materiale debolmente conduttore impiegato per costruire i dischetti, e considerate trascurabili gli “effetti ai bordi”]

a) Quanto vale il campo elettrico nelle tre regioni,  $E_I$ ,  $E_{II}$ ,  $E_{III}$ ? [Indicate in brutta anche direzione e verso; considerate nullo il campo elettrico all'esterno del dispositivo]

$$E_I = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ V/m}$$

$$E_{II} = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ V/m}$$

$$E_{III} = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ V/m}$$

b) Quanto valgono, se ci sono, le cariche elettriche  $Q_{AB}$  e  $Q_{BA}$  presenti, in condizioni stazionarie, sulle interfacce poste rispettivamente tra le regioni I e II e le regioni II e III? [Esprimetene anche il segno]

$$Q_{AB} = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ C}$$

$$Q_{BA} = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ C}$$

6. Un lungo solenoide è realizzato con un numero grande  $N$  di spire di filo di resistività trascurabile avvolte in modo da formare una superficie cilindrica di raggio  $a$  ed altezza  $h$  (con  $h \gg a$ ). Il solenoide è collegato ad un generatore di corrente la cui intensità  $I(t)$  è variabile nel tempo: inizialmente il generatore è spento e non passa corrente; all'istante  $t_0 = 0$  esso viene acceso e l'intensità di corrente cresce in modo **linearmente proporzionale** al tempo fino a raggiungere il valore  $I_0$  all'istante  $t'$ . [Non usate valori numerici, che non ci sono in questo esercizio, ma esprimete la soluzione in funzione dei parametri letterali noti; indicate con  $\epsilon_0$  e  $\mu_0$  la costante dielettrica e la permeabilità magnetica del vuoto]

a) Come si esprime l'intensità del campo magnetico  $B(t)$  all'interno del solenoide nell'intervallo di tempo  $0, t'$ ? [Sfruttate il fatto che il solenoide è molto lungo, ed assumete che il tempo  $t'$  non sia “così breve” da creare irraggiamento di “onde elettromagnetiche” e gli effetti associati]

$$B(t) = \dots\dots\dots$$

b) Come si esprime la differenza di potenziale  $V(t)$  misurata ai capi del solenoide?

$$V(t) = \dots\dots\dots$$

c) Commentate su direzione, verso e intensità del vettore di Poynting che “interessa” il solenoide. [Ricordate che il vettore di Poynting è definito come  $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{B} / \mu_0$ ]

Commento:  $\dots\dots\dots$

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
Pisa, 27/6/2008

Firma: