

基礎物理学共通試験問題集 (2023 年)

東京電機大学 自然科学系列

2023 年 5 月 8 日

平成 24 年度より，物理の前期学力考査では東京千住キャンパス共通の基礎的な問題を 8 題程度，それぞれの学科毎の個別試験問題に加えて出題することになりました．問題の解答形式は 5 つの解答肢から正解を選択する，いわゆる『5 択問題』です．

基礎レベルの『5 択問題』とはいえ，限られた時間内で正解するためには相応の準備が求められます．そこで，学生諸君が解くべき問題を精選し，その中から出題するという方針を定めました．すなわち，『基礎物理学の学力考査の共通部分 8 問はこの問題集から出題されます』．

学生諸君は，この問題集に真剣に取り組んで実力を養い，学力考査においてその成果をじゅうぶんに発揮してください．

問題文表記上の注意点

- 問題の中の記号 g は重力加速度の大きさを表します（他に定義されている場合にはその定義に従いなさい）．
- 重力加速度の大きさの具体的な数値が必要な場合には， $9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ としなさい．
- 質量 m [kg] を力あるいは荷重 w [N] で表現している箇所があります．その場合には $w = mg$ を意味します．ただし，そのような問題では質量 m それ自身の値をわざわざ算出する必要はないはずです．

1. 位置ベクトル $\mathbf{a} = (1, 2, 3)$, $\mathbf{b} = (-1, 3, 2)$ の和 $\mathbf{a} + \mathbf{b}$ および差 $\mathbf{a} - \mathbf{b}$ を求めなさい。

- (a) $\mathbf{a} + \mathbf{b} = (0, 5, 5)$, $\mathbf{a} - \mathbf{b} = (0, 1, 1)$
- (b) $\mathbf{a} + \mathbf{b} = (0, 5, 1)$, $\mathbf{a} - \mathbf{b} = (0, -1, 1)$
- (c) $\mathbf{a} + \mathbf{b} = (0, 5, 1)$, $\mathbf{a} - \mathbf{b} = (2, 5, 1)$
- (d) $\mathbf{a} + \mathbf{b} = (0, 5, 1)$, $\mathbf{a} - \mathbf{b} = (2, -1, 5)$
- (e) $\mathbf{a} + \mathbf{b} = (0, 5, 5)$, $\mathbf{a} - \mathbf{b} = (2, -1, 1)$

2. 一定の力ベクトル $\mathbf{F} = (-1, 3, 2)$ の作用を受けて質点が直線上を $\Delta\mathbf{r} = (1, 2, 3)$ だけ変位したときに, \mathbf{F} のなした仕事 W は $W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{r}$ である. また, 力 \mathbf{F} が位置 \mathbf{r} に作用しているときの原点に関する力のモーメント \mathbf{N} は $\mathbf{N} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$ である. W と \mathbf{N} をそれぞれ求めなさい。

- (a) $W = 1$, $\mathbf{N} = (-1, 6, 6)$
- (b) $W = 6$, $\mathbf{N} = (-5, -5, 5)$
- (c) $W = 6$, $\mathbf{N} = (0, 5, 5)$
- (d) $W = 11$, $\mathbf{N} = (2, 5, 1)$
- (e) $W = 11$, $\mathbf{N} = (-5, -5, 5)$

3. 点 $\mathbf{r} = (-2, 1, 3)$ に力 $\mathbf{F} = (5, 3, -2)$ が作用しているときの, 点 $\mathbf{r}' = (1, 1, 1)$ に関する力のモーメント $\boldsymbol{\tau}$ を求めなさい。

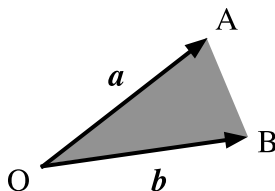
- (a) $\boldsymbol{\tau} = (7, -19, -11)$
- (b) $\boldsymbol{\tau} = (-1, 3, 2)$
- (c) $\boldsymbol{\tau} = (-10, 3, 6)$
- (d) $\boldsymbol{\tau} = (-6, 4, -9)$
- (e) $\boldsymbol{\tau} = (5, 3, 2)$

4. 二つの平行でないベクトル \mathbf{a}, \mathbf{b} の両方に垂直な長さが 1 のベクトルは, \mathbf{a}, \mathbf{b} を用いてどのように表されるか。

- (a) $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$
- (b) $\mathbf{a} \pm \mathbf{b}$
- (c) $\pm \frac{\mathbf{a}}{|\mathbf{b}|}$
- (d) $\pm \frac{\mathbf{a} \times \mathbf{b}}{|\mathbf{a} \times \mathbf{b}|}$
- (e) $\pm \frac{\mathbf{a}}{|\mathbf{b}|}$

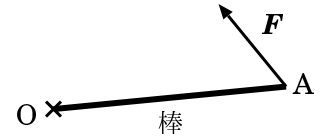
5. 図のような三角形 OAB の面積を求めなさい. ただし, 頂点 A, B を表す位置ベクトルを $\mathbf{a} = (1, 1, 0)$, $\mathbf{b} = (2, 0, 1)$ とする。

- (a) $\sqrt{5}$
- (b) $\frac{\sqrt{6}}{2}$
- (c) $\sqrt{6}$
- (d) 2
- (e) 1



6. 図のように, 一端を基準点 O に固定した棒の他端 A に, 力 $\mathbf{F} = (1, 2, 3)$ を作用させる. 点 A の位置ベクトルが $\mathbf{a} = (1, 1, 0)$ である時, 点 O に関する力のモーメントはいくらか。

- (a) $(3, -3, 1)$
- (b) $(3, 0, 2)$
- (c) $(0, -3, -1)$
- (d) $(1, 2, 3)$
- (e) $(1, 1, 0)$



7. 次の定積分を計算しなさい。

$$\int_0^1 x e^x dx$$

- (a) 0
- (b) $\frac{1}{2}$
- (c) 1
- (d) $\frac{3}{2}$
- (e) 2

8. つぎの物理量のうちスカラー量だけの組み合わせはどれか。

- (a) 仕事率と力
- (b) 仕事と変位
- (c) 時間とエネルギー
- (d) 距離と速度
- (e) 質量と質量中心

9. 直線上を動く質量 m の質点の位置が $x(t) = vt + \sin \omega t$ と表される. 質点に働く力 $F(t)$ を求めなさい. ただし, v, ω は定数である。

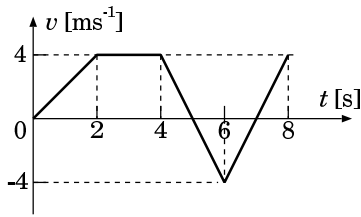
- (a) $F(t) = v - \omega^2 \cos \omega t$
- (b) $F(t) = -m\omega^2 \sin \omega t$
- (c) $F(t) = m\omega^2 \cos \omega t$
- (d) $F(t) = m(v - \omega \cos \omega t)$
- (e) $F(t) = m(v + \omega \cos \omega t)$

10. 直線上を動く質量 2 kg の質点に力 $F(t) = 6e^{-3t}$ [N] が働いている. $t = 0$ s の時の質点の速さが $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ であるとき, 質点の速さ $v(t)$ [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] を求めなさい。

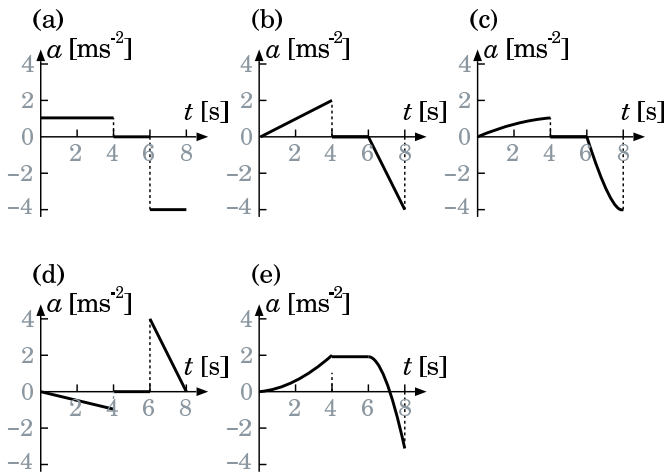
- (a) $v(t) = 14 - 12e^{-3t}$
- (b) $v(t) = e^{-3t} - 1$
- (c) $v(t) = 3 - e^{-3t}$
- (d) $v(t) = -e^{-3t}$
- (e) $v(t) = 6 + 12e^{-3t}$

11. 次の図は小物体がある点から出発して直線上を動くときの速度 v の時間変化である。 $t = 8$ 秒における出発点からの距離はいくらか。

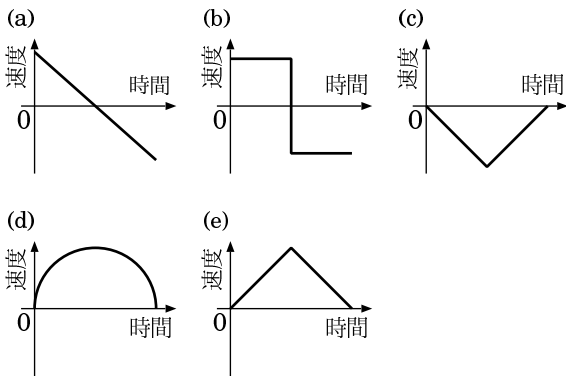
- (a) 4 m
- (b) 7 m
- (c) 10 m
- (d) 12 m
- (e) 16 m



12. 次の図は小物体がある点から出発して水平な直線上を動くときの速度 v の時間変化である。 加速度の時間変化を表す最も適切な図はどれか。

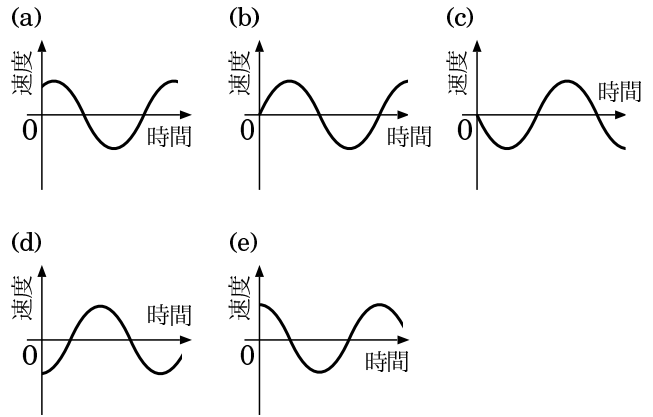


13. 地表から物体が鉛直上方に投げ上げられた。 次のグラフのうち、物体が投げ上げられて地表に戻ってくるまでの間の速度と時間の関係を、最も適切に表わしているものはどれか。 ただし、空気抵抗はないものとする。



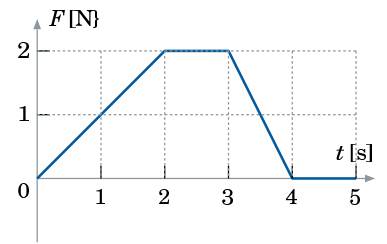
14. 物体が一次元の単振動 $x(t) = \cos \omega t$ ($\omega > 0$) を行っている。 次のグラフのうち、時間と速度の関係を最も適切に表

現しているものはどれか。 ただし、 $t = 0$ をグラフの原点にとっている。



15. 質量 100 g の小球が直線上を静止状態から運動を開始した。 小球に作用する力 F は次のグラフのように変化する。 時間 $t = 5$ s における速度と $t = 3$ s における位置を求めなさい。

- (a) 25 ms^{-1} , 50 m
- (b) 25 ms^{-1} , 75 m
- (c) 25 ms^{-1} , 125 m
- (d) 50 ms^{-1} , $\frac{130}{3}$ m
- (e) 50 ms^{-1} , $\frac{250}{3}$ m

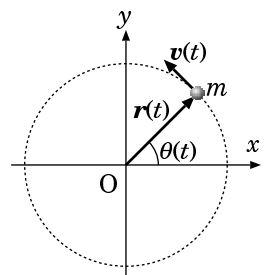


16. 直交座標系において、速度ベクトルが時間の関数として $v(t) = (3, -4t, 2t)$ のように表されている。 加速度ベクトル $a(t)$ を求めなさい。

- (a) $(0, -4, 2)$
- (b) $(3t, -2t^2, t^2)$
- (c) $(3t, 2t^2, t^2)$
- (d) $(3t, -4, 2)$
- (e) $(1.5, -2t, t)$

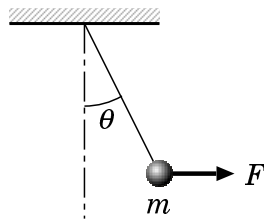
17. 図のように、基準点 O を中心とする半径 a の円周に沿って質量 m の質点が速さ $a\omega$ で等速円運動している。 任意の時刻 t での質点の位置ベクトルが $r = (a \cos(\omega t), a \sin(\omega t), 0)$ と書き表される時、基準点 O に関する角運動量ベクトルを求めなさい。

- (a) $(0, 0, a\omega)$
- (b) $(0, 0, ma^2\omega)$
- (c) $(a \cos(\omega t), a \sin(\omega t), 0)$
- (d) $(a\omega \cos(\omega t), a\omega \sin(\omega t), 0)$
- (e) $(-a\omega \sin(\omega t), a\omega \cos(\omega t), 0)$



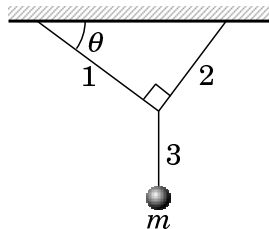
18. 質量 m のおもりが軽い紐で天井から吊り下げられている。おもりにゆっくりと水平に力を加えて引っ張り、力が F となって図のように釣り合った。紐と鉛直線のなす角度を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\arctan \frac{F}{mg}$
- (b) $\arcsin \frac{F}{mg}$
- (c) $\arccos \frac{F}{mg}$
- (d) $\tan \frac{F}{mg}$
- (e) $\frac{F}{mg}$



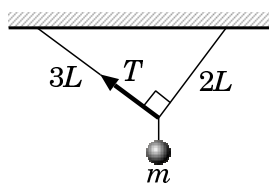
19. 質量 m のおもりを水平な天井から3つの紐で吊って釣り合いの状態にしたところ、図のように、上の2本の紐の角度が直角となった。紐1の張力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{mg}{\tan \theta}$
- (b) $\frac{mg}{\cos \theta}$
- (c) $mg \tan \theta$
- (d) $mg \cos \theta$
- (e) $mg \sin \theta$



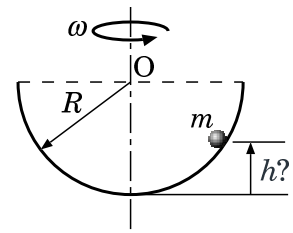
20. 図のように、長さ $3L$ と $2L$ の糸で質量 m のおもりを水平な天井からつるしたところ、2本の糸のなす角度が直角となって釣り合った。長さ $3L$ の糸の張力 T を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{2}{\sqrt{13}}mg$
- (b) $\frac{3}{\sqrt{13}}mg$
- (c) $\frac{5}{\sqrt{13}}mg$
- (d) $\frac{2}{\sqrt{5}}mg$
- (e) $\frac{3}{\sqrt{5}}mg$



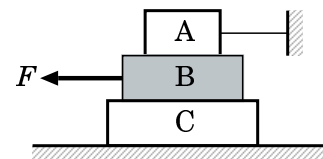
21. 図のように、半径 R の滑らかな半球面状の容器が、一定角速度 ω で回転している。質量 m の小物体 P が、容器の底からある一定の高さを保って容器とともに回転しているとき、この高さを求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $R - \frac{2g}{\omega^2}$
- (b) $R - \frac{g}{\omega^2}$
- (c) $2R - \frac{3g}{\omega^2}$
- (d) $\frac{g}{\omega^2}$
- (e) $\frac{2}{3}R$



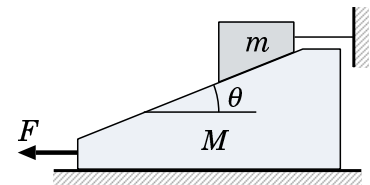
22. 図のように、荷重 100 N の台 C の上に荷重 80 N の台 B、さらにその上に荷重 50 N の台 A が乗っており、台 A は水平方向に綱で引っ張られている。また、それぞれの面間の摩擦係数は 0.3 である。釣合を破らずに台 B に加えることのできる力の最大値を求めなさい。

- (a) 15 N
- (b) 54 N
- (c) 69 N
- (d) 84 N
- (e) 102 N



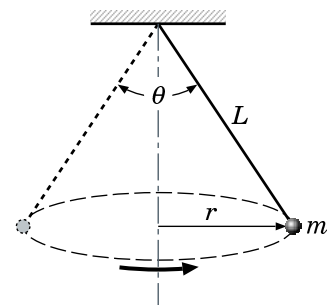
23. 図のように、傾き θ の滑らかな斜面を持つ、質量 M, m の2つの台を重ねて、上の台は紐を付けて壁に紐の一端を固定しておく。下の台を滑らかな水平面に置いて力 F で引いたところ上の台に付けた紐が水平となって釣り合った。力 F を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $(M + m)g \sin \theta$
- (b) $(M + m)g \tan \theta$
- (c) $\frac{M}{\cos \theta}$
- (d) $\frac{mg}{\tan \theta}$
- (e) $mg \tan \theta$



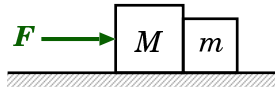
24. 質量 m の質点が長さ L の軽い紐で天井に繋がられている。図のように質点が水平面内で半径 r の円周上を一定角速度 ω で運動するとき、紐の張力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{mgr}{L}$
- (b) $mg \cos \frac{\theta}{2}$
- (c) $\frac{m\omega r}{\sin \frac{\theta}{2}}$
- (d) $m(\omega^2 r^2 + g^2)^{\frac{1}{2}}$
- (e) $m(\omega^4 r^2 + g^2)^{\frac{1}{2}}$

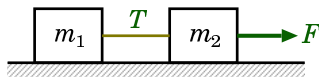


25. 図に示すような滑らかな水平面上に質量 M および m の2つのブロックが互いに接触させて置いてある。 M に一定の水平な力 (大きさ F) を加えたとき、これら2つのブロック間に働く抗力の大きさ P はいくらか。

- (a) $\frac{F}{M+m}$
- (b) $\frac{mF}{M+m}$
- (c) F
- (d) $\frac{F}{m}$
- (e) $\frac{F}{M}$



26. 摩擦のない水平面におかれた質量 m_1 および m_2 の2つの物体が軽いロープで図のようにつながれている。 m_2 の物体に大きさ F の力が水平方向右向きに作用しているとき、質量 m_1 の物体の加速度の大きさ a およびロープの張力 T の組み合わせのうち正しいのはどれか。



- (a) $a = \frac{F}{m_2}, T = F$
- (b) $a = \frac{F}{m_2}, T = \frac{m_1}{m_2}F$
- (c) $a = \frac{F}{m_2}, T = \frac{m_1}{m_1+m_2}F$
- (d) $a = \frac{F}{m_1+m_2}, T = \frac{m_1}{m_1+m_2}F$
- (e) $a = \frac{F}{m_1+m_2}, T = m_1F$

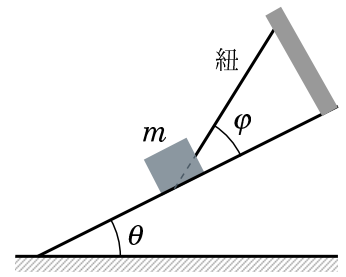
27. 質量 m, M の2つの小球を軽い糸でつなぎ、図のように質量 m の小球を一定の力 F で鉛直上方に引いた。2つの小球をつなぐ糸の張力を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{mF}{m+M}$
- (b) $\frac{MF}{m+M}$
- (c) $\frac{mF}{m-M}$
- (d) $F + Mg$
- (e) $F - Mg$



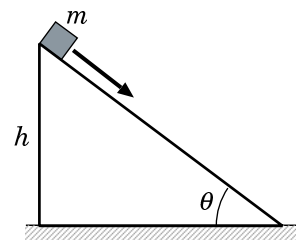
28. 図のように、水平面から θ 傾いた滑らかな斜面に紐で釣られた質量 m の物体が静止している。物体に働く垂直抗力の大きさを求めなさい。ただし、紐は図のように斜面に対して φ の角度に張っており、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $mg \sin(\theta - \varphi)$
- (b) $mg \tan(\theta + \varphi)$
- (c) $\frac{\sin(\varphi + \theta)}{\cos \varphi} mg$
- (d) $\frac{\sin(\varphi + \theta)}{\sin \varphi} mg$
- (e) $\frac{\cos(\varphi + \theta)}{\cos \varphi} mg$



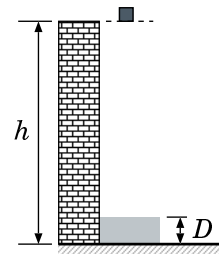
29. 図のように、質量 m の小物体が傾角 θ の斜面を高さ h の地点から一定速度で滑り降りた。小物体と斜面の間の動摩擦係数は μ である。斜面の下端に滑り降りるまでの間に摩擦により失われたエネルギーを求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{mgh}{\mu}$
- (b) mgh
- (c) $\frac{\mu mgh}{\sin \theta}$
- (d) $gh \sin \theta$
- (e) 0



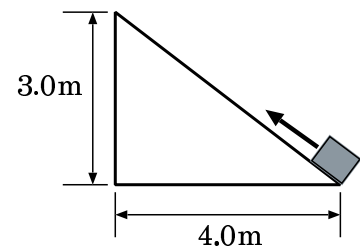
30. 箱を高さ h のビルの屋上から D の厚さの緩衝材の上に落とした。緩衝材が縮んで厚さが d になったとすると、箱が緩衝材で減速されるときに受ける平均加速度はいくらであるか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{h}{d}g$
- (b) $\frac{h}{D-d}g$
- (c) $\frac{h-d}{D-d}g$
- (d) $\frac{h-D}{D}g$
- (e) $\frac{h-D}{d}g$



31. 静止していた荷重 20 N の箱を、図のように滑らかな斜面に沿って重力に抗って上端まで押し上げるのに必要な仕事はいくらか。

- (a) 10 J
- (b) 20 J
- (c) 30 J
- (d) 60 J
- (e) 80 J



32. 質量 m の物体が直線上に束縛されて運動しており, k を定数として, 位置 r における力学的ポテンシャルエネルギーが kx^4 で与えられる. 物体に働く保存力を求めなさい.

- (a) $\frac{1}{2}mv^2$
- (b) $-4kx^3$
- (c) kx^4
- (d) $-\frac{kx^5}{5}$
- (e) mg

33. 重力場は保存力場である. 重力場内で物体をある固定の始点から他の点に動かす間にされた仕事について正しいものを選びなさい.

- (a) 終点の位置のみに依る.
- (b) 物体が動いた経路に依る.
- (c) 終点の位置および物体が動いた経路の両方に依る.
- (d) 物体が再び始点に戻された際の全仕事量はゼロではない.
- (e) 速度の関数である.

34. 位置 $\mathbf{r} = (x, y, z)$ におけるポテンシャルが $U(\mathbf{r}) = -1/r$ と書き表される空間での, 保存力 $\mathbf{F}(\mathbf{r})$ を求めなさい.

- (a) $-\frac{\mathbf{r}}{r^3}$
- (b) $\frac{\mathbf{r}}{r^2}$
- (c) $-\frac{\mathbf{r}}{r}$
- (d) \mathbf{r}
- (e) $-\mathbf{r}$

35. 小球が h の高さから落下し床で跳ね返った. 跳ね返り直後の速さが, 跳ね返り直前の速さの 80% であった. 跳ね返り後の小球の到達高さを求めなさい.

- (a) $0.94h$
- (b) $0.80h$
- (c) $0.75h$
- (d) $0.64h$
- (e) $0.50h$

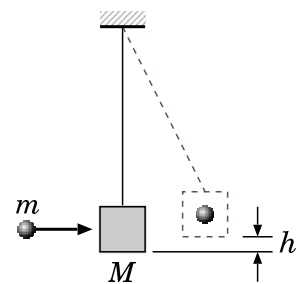
36. 質量 m の人が静止している質量 M のボートから左側, 水平方向に飛び出した. 飛び出した直後, ボートは右側に速度 v で動き出した. 飛び出す過程で人がなした仕事を求めなさい.

- (a) $\frac{1}{2}Mv^2$
- (b) $\frac{1}{2}mv^2$
- (c) $\frac{1}{2}(M+m)v^2$
- (d) $\frac{1}{2}\left(M + \frac{M^2}{m}\right)v^2$
- (e) $\frac{1}{2}\left(\frac{Mm}{M+m}\right)v^2$



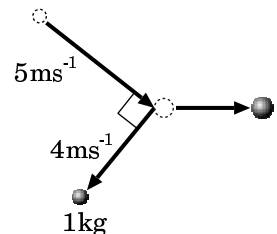
37. 図のように, 質量 m の弾を質量 M の静止していた振り子のおもりへ打ち込んだ. 弾はおもりの中に留まり, 衝突後両者は最初の位置から h の高さまで振り上がった. 打ち込まれる直前の弾の速さを求めなさい. ただし, 重力加速度の大きさを g とする.

- (a) $\frac{M+m}{M}\sqrt{2gh}$
- (b) $\frac{M+m}{m}\sqrt{2gh}$
- (c) $\frac{M}{m}\sqrt{2gh}$
- (d) $\frac{m}{M}\sqrt{2gh}$
- (e) $\frac{M+m}{2m}\sqrt{gh}$



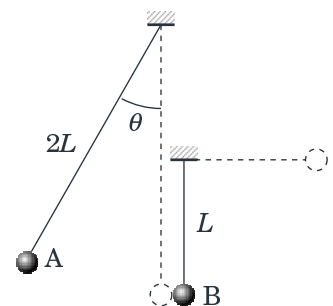
38. 質量 1 kg の球 A が, 速度 $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ で, 静止していた他の球 B に斜めに衝突した. 図のように, 球 A は衝突前の進行方向と直角に速度 $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ で跳ね返った. 衝突後の球 B の運動量の大きさはおよそいくらか.

- (a) $1.6\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- (b) $2.5\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- (c) $4.1\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- (d) $6.4\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- (e) $7.0\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$



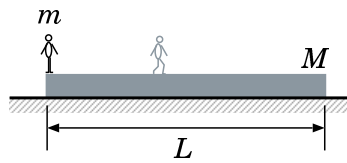
39. 図のように, 同じ質量を有する 2 つの球 A, B がそれぞれ長さ $2L$ と L の紐で吊り下げられている. 球 A を持ち上げて静かにはなして球 B に衝突させたところ, B の紐は水平になるまで振り上がった. A を静かにはなしたときの紐の角度 θ を求めなさい. ただし, 2 つの球の跳ね返り係数は 0.5 とする.

- (a) $\cos \theta = \frac{1}{2}$
- (b) $\cos \theta = \frac{1}{3}$
- (c) $\cos \theta = \frac{1}{9}$
- (d) $\sin \theta = \frac{2}{3}$
- (e) $\sin \theta = \frac{1}{4}$



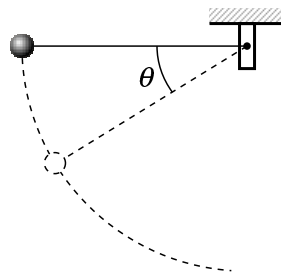
40. 図のように、滑らかな水平面上に長さ L 、質量 M の一様な長方形の台があり、その左端に体重 m の人が立っている。人が右端に歩く間に台はいくら移動するか。

- (a) 右に $\frac{ML}{M+m}$
- (b) 左に $\frac{ML}{M+m}$
- (c) 左に $\frac{mL}{M+m}$
- (d) 右に $\frac{mL}{M+m}$
- (e) 左に $\frac{mL}{M-m}$



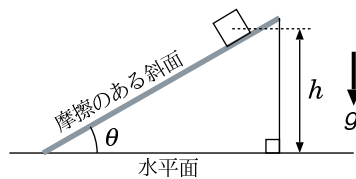
41. 小さなおもりが紐で支柱につながられている。図のように、紐が水平になるように引っ張っておもりを静かにはなした。紐が水平と角度 θ をなす位置における、おもりの全加速度の大きさはいくらか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $g \sin \theta$
- (b) $2g \cos \theta$
- (c) $2g \sin \theta$
- (d) $g\sqrt{3 \cos^2 \theta + 1}$
- (e) $g\sqrt{3 \sin^2 \theta + 1}$

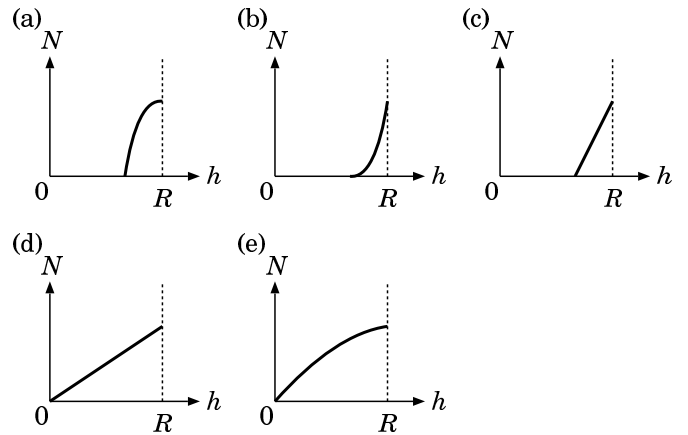
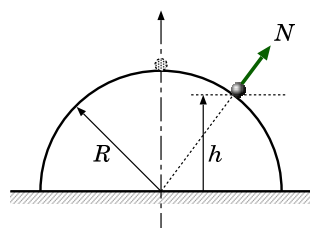


42. 図のように、質量 m の質点が水平面から高さ h の、摩擦のある斜面上に静止して置かれている。質点を静かに離れたところ、質点は斜面上に沿って滑り始めた。水平面に到達した瞬間の質点の速さはいくらか。ただし、斜面の動摩擦係数を μ とし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\sqrt{2gh \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta}\right)}$
- (b) $\sqrt{2gh (1 - \mu \tan \theta)}$
- (c) $\sqrt{2gh \left(1 - \frac{\mu}{\cos \theta}\right)}$
- (d) $\sqrt{2gh (1 - \mu \sin \theta)}$
- (e) $\sqrt{2gh}$

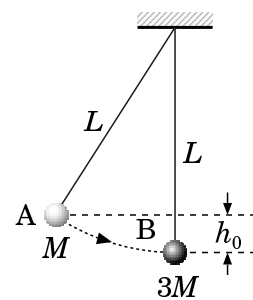


43. 図のように、水平な床に置かれた半径 R の滑らかな半円筒状の台の頂点から、おもりが静かに滑り出した。おもりが台から受ける垂直抗力の大きさ N とおもりの床からの高さ h との関係をもっと適切に表現しているものはどれか。



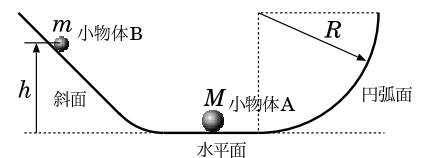
44. 粘土でできた、質量がそれぞれ M 、 $3M$ である2つの小球 A、B が、天井から同じ長さ L の紐で吊り下げられている。紐を引っ張って、A が図のように高さ h_0 だけ引き上げられ、静かに放された。すると、A は B と衝突し両者は一体となってある高さ h まで振り上がった。この高さ h を求めなさい。

- (a) $\frac{1}{16}h_0$
- (b) $\frac{1}{8}h_0$
- (c) $\frac{1}{4}h_0$
- (d) $\frac{1}{3}h_0$
- (e) $\frac{1}{2}h_0$



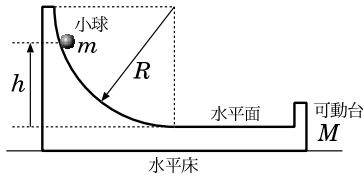
45. 図のように、平らな斜面と水平面と半径 R の円弧面が滑らかにつながっており、水平面上には質量 M の小物体 A が置いてある。斜面上水平面から高さ h の位置より、質量 m の小物体 B を静かにはなしたところ B は斜面を滑り降り、水平面上で A と弾性衝突した。その後 A は水平面上及び円弧面上を滑り円弧面上の最高点で一旦静止した。この最高点の高さを求めなさい。なお、面は全て滑らかである。

- (a) $\left(\frac{m-M}{m+M}\right)^2 h$
- (b) $\left(\frac{2m}{m+M}\right)^2 h$
- (c) $\left(\frac{m}{m+M}\right)^2 h$
- (d) $\left(\frac{2m}{m+M}\right)^2 R$
- (e) $\left(\frac{m}{m+M}\right)^2 R$



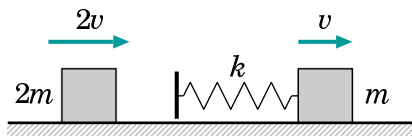
46. 図のように、半径 R の円弧面と水平面が滑らかにつながっている内面を持つ質量 M の可動台が、滑らかな水平床に置かれている。台の水平面から高さ h の円弧面上の点から静かに質量 m の小球をはなしたところ、小球は円弧面及び水平面に沿って滑り、台の右端で壁に弾性衝突し跳ね返った。跳ね返った直後の小球の水平床に対する速さを求めなさい。面は全て滑らかであり、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\sqrt{2gR}$
- (b) $\sqrt{2gh}$
- (c) $\frac{m}{M}\sqrt{2gR}$
- (d) $\frac{m}{m+M}\sqrt{2gh}$
- (e) $\sqrt{\frac{2Mgh}{m+M}}$



47. なめらかな水平面上で速度 $2v$ で運動している質量 $2m$ の物体が、速度 v で同じ向きに運動しているばね定数 k のばねと板が取り付けられた質量 m の物体と衝突した。ばねが最も縮んだとき、ばねは自然長からいくら縮むか求めなさい。ばねと板の質量は無視できるとする。

- (a) $\sqrt{\frac{m}{k}}v$
- (b) $\sqrt{\frac{2m}{k}}v$
- (c) $\sqrt{\frac{m}{3k}}v$
- (d) $3\sqrt{\frac{m}{k}}v$
- (e) $\sqrt{\frac{2m}{3k}}v$

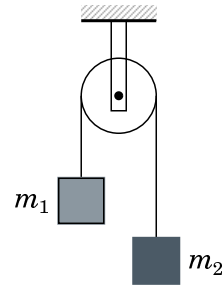


48. 体重 80 kg の人がエレベーターに乗っている。エレベーターは上昇しており、 $2.4\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ で減速しているとする。人が床から受ける力はおよそいくらか。

- (a) 104 N
- (b) 408 N
- (c) 815 N
- (d) 976 N
- (e) 592 N

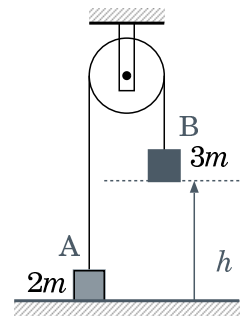
49. 糸でつながれた 2 つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている。 $m_1 < m_2$ として、おもりの加速度の大きさを求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}g$
- (b) $\frac{m_1 + m_2}{m_2 - m_1}g$
- (c) $\frac{m_2 - m_1}{m_1}g$
- (d) $\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}g$
- (e) $\frac{m_2}{m_1}g$



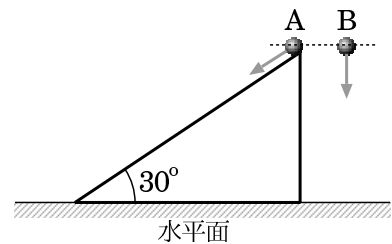
50. 図のように、質量 $2m, 3m$ の 2 つのおもり A, B を糸でつないで軽い滑車に掛け、水平な床上に A を置き、糸が弛まないように B を手で支えた。このとき、B は床から測って高さ h の位置にあった。静かに手を離れたところ、B は下降して床に到達した。B が下降を開始してから床に到達するまでの時間を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- (a) $\sqrt{\frac{2h}{5g}}$
- (b) $\sqrt{\frac{4h}{5g}}$
- (c) $\sqrt{\frac{6h}{5g}}$
- (d) $\sqrt{\frac{5h}{g}}$
- (e) $\sqrt{\frac{10h}{g}}$



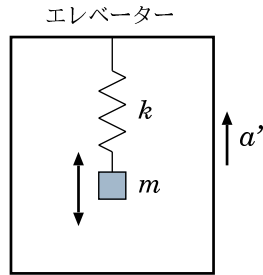
51. 図のように、2 つの質点 A と B を同じ高さに運んで静かに手を離れたところ、A は傾斜角 30° で滑らかな斜面に沿って、B は鉛直下方に落下した。手を離してから A が水平面に到達するまでにかかる時間は、B が水平面に到達するまでにかかる時間の何倍か。

- (a) $\sqrt{5}$ 倍
- (b) $\sqrt{6}$ 倍
- (c) 1 倍
- (d) 2 倍
- (e) $\sqrt{3}$ 倍



52. 図のように一定の加速度 a' で鉛直に上昇しているエレベーターを考える. エレベーターの天井からばね定数 k の軽いばねを吊るし, 下端に質量 m のおもりを吊り下げて鉛直方向に単振動をさせた. 単振動の周期 T を求めなさい. ただし, 重力加速度の大きさを g とする.

- (a) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- (b) $2\pi\sqrt{\frac{m(a'+g)}{kg}}$
- (c) $2\pi\sqrt{\frac{mg}{k(a'+g)}}$
- (d) $2\pi\sqrt{\frac{m(g-a')}{kg}}$
- (e) $2\pi\sqrt{\frac{mg}{k(g-a')}}$



53. 地球の中心から距離 r の位置に置かれた質点に作用する地球の重力の大きさが $F(r)$ と表される. 地球は半径 R の一様な球であるとして,

$$\frac{F(R)}{F(2R)}$$

の値を求めなさい.

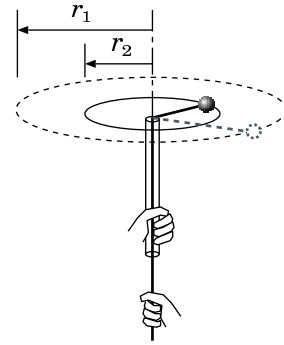
- (a) 32
- (b) 8
- (c) 4
- (d) 2
- (e) 1

54. 月は地球のまわりを廻っており, 1 周には 27.3 日を要する. 月の軌道が半径 $3.85 \times 10^8 \text{ m}$ の円であるとする. 月が地球の方向に受ける加速度の大きさはいくらか. 地表の重力加速度 $g = 9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ との比較で答えなさい.

- (a) $2.8 \times 10^{-6}g$
- (b) $2.8 \times 10^{-5}g$
- (c) $2.8 \times 10^{-4}g$
- (d) $2.8 \times 10^{-2}g$
- (e) $2.8g$

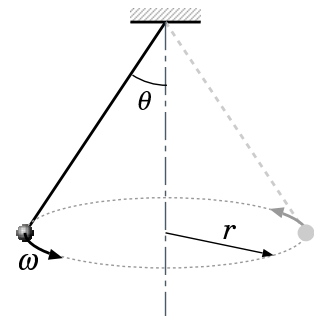
55. 質量 m のおもりを紐に付け, 紐を管に通す. 図のように, 一方の手で管を支えて, もう一方の手で紐の端をつかみ, おもりを半径 r_1 , 速度 v_1 の回転状態にしておき, 続いて紐を引いて半径 r_2 の回転状態にした. この回転の運動エネルギーと初めの回転の運動エネルギーとの比を求めなさい. なお, 重力は無視する.

- (a) $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$
- (b) $\frac{r_1}{r_2}$
- (c) 1
- (d) $\frac{r_2}{r_1}$
- (e) $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$



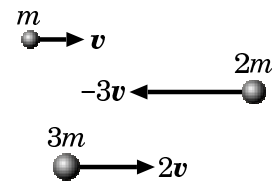
56. 図のように, 質点が軽いロープで天井に繋がれており, 一定の角速度 ω で水平面内を半径 r の等速円運動をしている. このとき, $\tan \theta$ を求めなさい. なお, 重力加速度の大きさを g とする.

- (a) $\frac{r^2\omega}{g}$
- (b) $\frac{g}{r\omega}$
- (c) $\frac{r\omega^2}{g}$
- (d) $\frac{g}{r\omega^2}$
- (e) $\frac{r\omega}{g}$



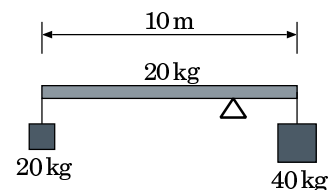
57. 質量 $m, 2m, 3m$ の質点がそれぞれ一定速度 $v, -3v, 2v$ で等速運動している. この 3 つの質点の質量中心も一定速度で運動するが, その速度を求めなさい.

- (a) 0
- (b) $\frac{1}{6}v$
- (c) $\frac{1}{3}v$
- (d) $\frac{1}{2}v$
- (e) $2v$



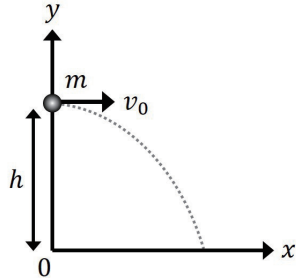
58. 長さ 10 m, 質量 20 kg の一様な棒の両端にそれぞれ 20 kg, 40 kg のおもりをつけ, 図のように支点に乗せて釣り合わせた. 棒の中心と支点との距離を求めなさい.

- (a) 0 m
- (b) 1 m
- (c) 1.25 m
- (d) 1.5 m
- (e) 2 m



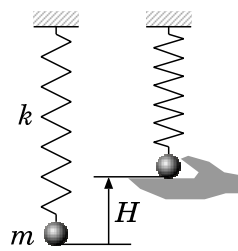
59. $-y$ の向きに大きさ g の重力加速度が加わる図のような xy 平面の点 $(x, y) = (0, h)$ から $+x$ の向きに速さ v_0 で質量 m の質点が投げ出された. $y = 0$ の位置に到達した瞬間に質点が点 $(x, y) = (0, 0)$ のまわりに持つ角運動量の大きさはいくらか.

- (a) mv_0
- (b) mv_0h
- (c) mgh
- (d) $2mv_0h$
- (e) $\sqrt{2}mv_0h$



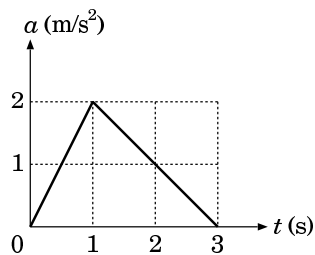
60. 質量 m のおもりをばね定数 k のばねに付けて垂直に保持したところ, おもりはつりあいの位置に静止した. 続いて, おもりをつりあいの位置から高さ H の位置までに手で持ち上げて静止させた. 手がした仕事の大きさを求めなさい. 重力加速度の大きさを g とする.

- (a) $\frac{1}{2}kH^2$
- (b) mgH
- (c) $mgH + \frac{1}{2}kH^2$
- (d) $mgH - \frac{1}{2}kH^2$
- (e) $\frac{1}{2}kH^2 - mgH$



61. 1次元の運動をする物体の加速度 a (m/s^2) が図に示すように時間 t (s) に対して変化している. 物体は $t = 0$ s で静止していたとして, $t = 1 \sim 3$ s での物体の速度 v (m/s) を表す式を求めなさい.

- (a) $v = -t + 3$
- (b) $v = -\frac{1}{2}t^2 + 3t$
- (c) $v = t^2$
- (d) $v = -\frac{1}{2}t^2 + 3t - \frac{3}{2}$
- (e) $v = -\frac{1}{2}t^2$



62. 図のように, 質量 $2m$ のブロック A が粗い水平面上にあり, A の水平で粗い上面には質量 m のブロック B があり, 2つのブロックは滑らかな滑車を通してロープで繋がれている. 大きさ F の力を A に対して水平方向に加えると, B は A の上面を滑りだした. このとき, A の加速度の大きさを求めなさい. ただし, A と B との間の動摩擦係数, および A と水平面との間の動摩擦係数は同じ μ とし, 重力加速度の大きさを g とする.

- (a) $\frac{F - 5\mu mg}{3m}$
- (b) $\frac{F - 4\mu mg}{3m}$
- (c) $\frac{F - 5\mu mg}{2m}$
- (d) $\frac{F - 4\mu mg}{2m}$
- (e) $\frac{F - 3\mu mg}{3m}$

