# 基礎物理学共通試験問題集（2017 年）

東京電機大学 自然科学系列

2017 年 5 月 12 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，マークシートを解答用紙として用います．

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，$9.8\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$ としなさい．
- 質量 $m\,[\mathrm{kg}]$ を力あるいは荷重 $w\,[\mathrm{N}]$ 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 $\boldsymbol{a} = (1, 2, 3)$，$\boldsymbol{b} = (-1, 3, 2)$ の和 $\boldsymbol{a} + \boldsymbol{b}$ および差 $\boldsymbol{a} - \boldsymbol{b}$ を求めなさい．

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

**2.** ベクトル $\boldsymbol{a} = (1, 2, 3)$，$\boldsymbol{b} = (-1, 3, 2)$ の内積 $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b}$ および外積 $\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b}$ を求めなさい．

(a) $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b} = 0$，$\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} = (-1, 6, 6)$
(b) $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b} = 11$，$\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} = (-5, -5, 5)$
(c) $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b} = 8$，$\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} = (0, -1, 1)$
(d) $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b} = 5$，$\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} = (2, 5, 1)$
(e) $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b} = 1$，$\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} = (2, -1, 5)$

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

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

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

(a) $\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b}$
(b) $\boldsymbol{a} \pm \boldsymbol{b}$
(c) $\pm \dfrac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{b}}$
(d) $\pm \dfrac{\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b}}{|\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b}|}$
(e) $\pm \dfrac{\boldsymbol{a}}{|\boldsymbol{b}|}$

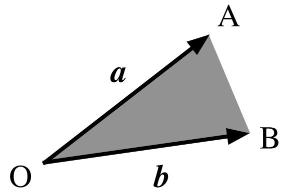
**5.** ある地点 P を表す位置ベクトルを $\boldsymbol{r}_1$, 別の地点 Q を表す位置ベクトルを $\boldsymbol{r}_2$ とするとき, P から Q に向かう単位ベクトルはどのように表せるか．

(a) $\boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_1$
(b) $\dfrac{\boldsymbol{r}_2}{|\boldsymbol{r}_2|} - \dfrac{\boldsymbol{r}_1}{|\boldsymbol{r}_1|}$
(c) $\dfrac{\boldsymbol{r}_1}{|\boldsymbol{r}_1|} - \dfrac{\boldsymbol{r}_2}{|\boldsymbol{r}_2|}$
(d) $\dfrac{\boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_1}{|\boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_1|}$
(e) $\dfrac{\boldsymbol{r}_1 - \boldsymbol{r}_2}{|\boldsymbol{r}_1 - \boldsymbol{r}_2|}$

**6.** 位置ベクトル $\boldsymbol{a} = (3, 5, 4)$，$\boldsymbol{b} = (-2, 1, 1)$ の差のベクトル $\boldsymbol{c} = \boldsymbol{a} - \boldsymbol{b}$ およびベクトル $\boldsymbol{c}$ と同じ向きの単位ベクトル $\hat{\boldsymbol{c}}$ を求めなさい．

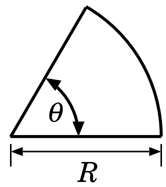
(a) $\boldsymbol{c} = (5, 4, 3)$, $\hat{\boldsymbol{c}} = \left(\dfrac{1}{\sqrt{2}}, \dfrac{4}{5\sqrt{2}}, \dfrac{3}{5\sqrt{2}}\right)$
(b) $\boldsymbol{c} = (3, 4, 5)$, $\hat{\boldsymbol{c}} = \left(\dfrac{3}{5\sqrt{2}}, \dfrac{4}{5\sqrt{2}}, \dfrac{1}{\sqrt{2}}\right)$
(c) $\boldsymbol{c} = (2, 6, 5)$, $\hat{\boldsymbol{c}} = \left(\dfrac{2}{\sqrt{65}}, \dfrac{6}{\sqrt{65}}, \dfrac{5}{\sqrt{65}}\right)$
(d) $\boldsymbol{c} = (2, 6, 5)$, $\hat{\boldsymbol{c}} = \left(\dfrac{1}{8}, \dfrac{3}{4}, \dfrac{5}{8}\right)$
(e) $\boldsymbol{c} = (1, 4, 3)$, $\hat{\boldsymbol{c}} = \left(\dfrac{1}{5}, \dfrac{4}{5}, \dfrac{3}{5}\right)$

**7.** 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 $\boldsymbol{a} = (1, 1, 0)$, $\boldsymbol{b} = (2, 0, 1)$ とする．




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

**8.** 半径 $R$，中心角 $\theta$ ラジアン の扇形の面積を求めなさい．




(a) $\theta R^2$
(b) $\dfrac{1}{2}\theta R^2$
(c) $\theta R$
(d) $\theta^2 R$
(e) $\dfrac{1}{2}\theta R$

**9.** 次の定積分を計算しなさい．

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

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

**10.** 次の定積分を計算しなさい．

$$\int_0^{\frac{\pi}{6}} \sin^2 \theta \, d\theta$$

(a) $0$
(b) $\dfrac{1}{2}$
(c) $\dfrac{\pi}{6}$
(d) $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

(e) $\dfrac{\pi}{12} - \dfrac{\sqrt{3}}{8}$

**11.** 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

**12.** 次の関数の $t$ についての微分を求めなさい．

$f(t) = e^{-kt}\cos\omega t$

ただし，$k, \omega$ は定数である．

(a) $-e^{-kt}\left(k\cos\omega t + \omega\sin\omega t\right)$
(b) $-ke^{-kt}\cos\omega t$
(c) $\omega e^{-kt}\sin\omega t$
(d) $-\omega e^{-kt}\left(\cos\omega t + \sin\omega t\right)$
(e) $-ke^{-kt}\left(\cos\omega t - \sin\omega t\right)$

**13.** 直線上を動く質点 $m$ の位置が $x(t) = 5t + \sin\pi t$ と表される．質点に働く力 $F(t)$ を求めなさい．

(a) $F(t) = 5 - \pi^2\sin\pi t$
(b) $F(t) = -\pi^2 m\sin\pi t$
(c) $F(t) = \pi^2 m\sin\pi t$
(d) $F(t) = m(5t - \sin\pi t)$
(e) $F(t) = m(5 + \pi\cos\pi t)$

**14.** 直線上を動く質点 $m$ 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，$v, \omega$ 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) $F(t) = m(v + \omega\cos\omega t)$

**15.** 直線上を動く質点の加速度が $k$ を定数として $a(t) = e^{-kt}$ で表され，$t = 0$ のときに質点が原点 $x = 0$ に静止していた．変位 $x(t)$ を求めなさい．

(a) $x(t) = \dfrac{1}{2}e^{-kt}t^2$
(b) $x(t) = \dfrac{1}{2}e^{-2kt} - \dfrac{1}{2}$
(c) $x(t) = \dfrac{e^{-kt}}{k^2} + \dfrac{t}{k} - \dfrac{1}{k^2}$
(d) $x(t) = \dfrac{e^{-kt}}{k^2} - \dfrac{1}{k^2}$
(e) $x(t) = e^{-kt} - 1$

**16.** 一定速度 $6 \times 10^6\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ で動いていた質点が，あるときから速度方向に一定の加速度 $1.2 \times 10^{14}\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$ で減速した．減速を始めてから静止するまでに動いた距離を求めなさい．

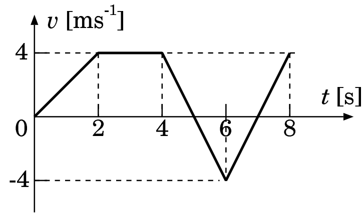
(a) $5 \times 10^{-6}$ cm
(b) $3.0 \times 10^{-1}$ cm
(c) 2 cm
(d) 15 cm
(e) $1.5 \times 10^{-1}$ cm

**17.** 小さな荷電粒子が一定速度 $v$ で動いており，一定電界の中に入って速度方向に一定の加速度 $a$ で減速した．静止するまでに動いた距離を求めなさい．

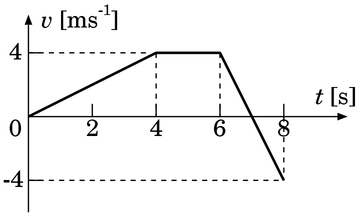
(a) $\dfrac{v^2}{a}$
(b) $\dfrac{v^2}{2a}$
(c) $\dfrac{v^2}{3a}$
(d) $\dfrac{v}{2a}$
(e) $\dfrac{v}{\sqrt{a}}$

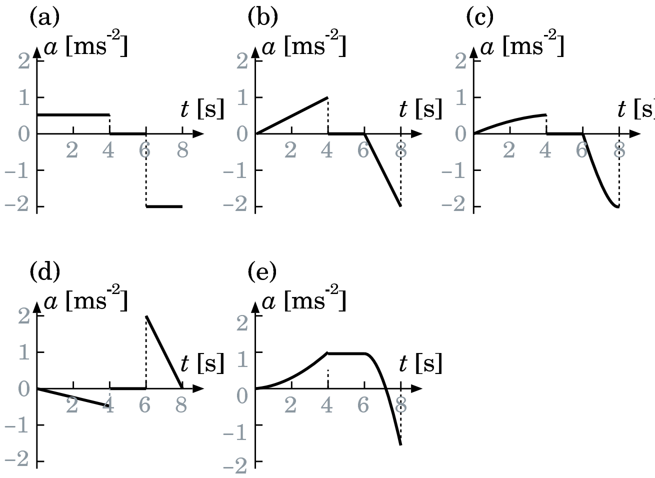
**18.** 次の図は小物体がある点から出発して直線上を動くときの速度 $v$ の時間変化である．$t = 8$ 秒における出発点からの距離はいくらか．

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

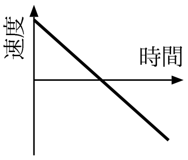


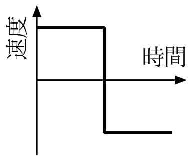

**19.** 次の図は小物体がある点から出発して水平な直線上を動くときの速度 $v$ の時間変化である．加速度の時間変化を表す最も適切な図はどれか．

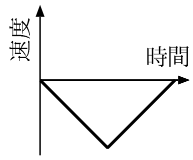


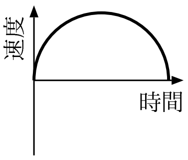



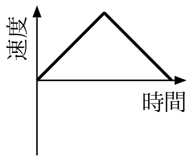
**20.** 地表から物体が鉛直上方に投げ上げられた．次のグラフのうち，物体が投げ上げられて地表に戻ってくるまでの間の速度と時間の関係を，最も適切に表わしているものはどれか．ただし，空気抵抗はないものとする．

(a)


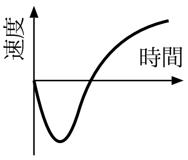

(b)


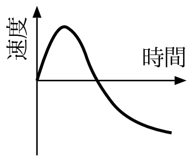

(c)


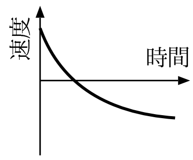

(d)


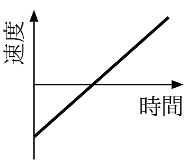

(e)


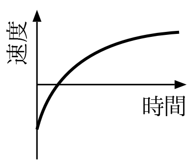

**21.** 直線運動をしている物体の加速度が $a(t) = e^{-kt}$ $(k > 0)$ であるという．次のグラフのうち，時間と速度の関係を最も適切に表現しているものはどれか．

(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



**22.** 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 $t = 5\,\mathrm{s}$ における速度と $t = 3\,\mathrm{s}$ における位置を求めなさい．

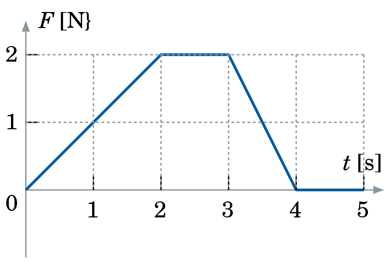
(a) $25\,\mathrm{m\,s^{-1}}$, $50\,\mathrm{m}$

(b) $25\,\mathrm{m\,s^{-1}}$, $75\,\mathrm{m}$

(c) $25\,\mathrm{m\,s^{-1}}$, $125\,\mathrm{m}$

(d) $50\,\mathrm{m\,s^{-1}}$, $\dfrac{130}{3}\,\mathrm{m}$

(e) $50\,\mathrm{m\,s^{-1}}$, $\dfrac{250}{3}\,\mathrm{m}$




**23.** 図に示すような，時間と速度曲線の囲む面積はどのような物理量を表すか．

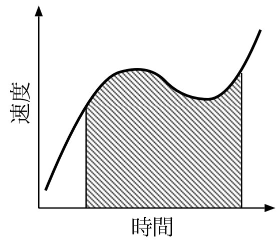
(a) 運動エネルギー

(b) 加速度

(c) 変位

(d) 運動量

(e) 速度




**24.** 図に示すような，時間と力の囲む面積はどのような物理量を表すか．

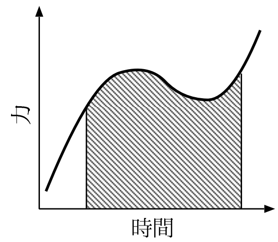
(a) 加速度

(b) 変位

(c) 運動量

(d) 速度

(e) 運動エネルギー




**25.** 図のように，半径 $R$ の円の半円の端 A,B 間を質点が 2 つの経路で移動する時間を考える．円周上を等速で移動する場合の時間を $T_1$，直線 AB を静止状態から等加速度で移動する場合の時間を $T_2$ とする．2 つの方法で移動中の力が等しいとするとき，時間の比 $T_1/T_2$ を求めなさい．

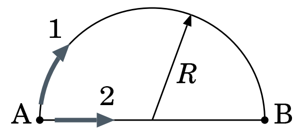
(a) $2$

(b) $2\pi$

(c) $\pi$

(d) $\dfrac{\pi}{2}$

(e) $\dfrac{1}{\pi}$




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

(a) $(0, -4, 2)$

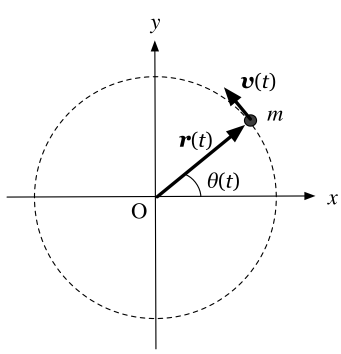
(b) $(3t, -2t^2, t^2)$

(c) $(3t, 2t^2, t^2)$

(d) $(3t, -4, 2)$

(e) $(1.5, -2t, t)$

**27.** 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 $\boldsymbol{r} = \big(a\cos(\omega t), a\sin(\omega t), 0\big)$ 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) $\big(0, 0, a\omega\big)$

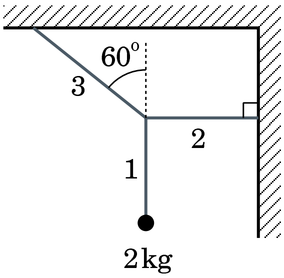
(b) $\big(0, 0, ma^2\omega\big)$

(c) $\big(a\cos(\omega t), a\sin(\omega t), 0\big)$

(d) $\big(a\omega\cos(\omega t), a\omega\sin(\omega t), 0\big)$

(e) $\big(-a\omega\sin(\omega t), a\omega\cos(\omega t), 0\big)$

**28.** 図のようにおもりを 3 つの紐で吊って釣り合いの状態にした．紐 2 の張力を求めなさい．




(a) 19.6 N

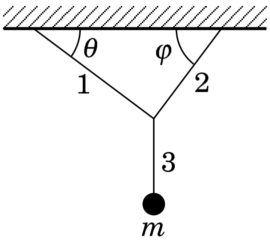
(b) 39.2 N

(c) 0 N

(d) 17.0 N

(e) 33.9 N

**29.** 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 本の紐の天井からの角度が $\theta$, $\varphi$ となった．紐 1 の張力を求めなさい．




(a) $\dfrac{mg\cos\theta}{\sin(\theta+\varphi)}$

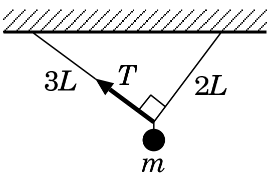
(b) $\dfrac{mg\cos\varphi}{\sin(\theta+\varphi)}$

(c) $\dfrac{mg\sin\theta}{\sin(\theta+\varphi)}$

(d) $\dfrac{mg\sin\varphi}{\sin(\theta+\varphi)}$

(e) $\dfrac{mg\tan\theta}{\sin(\theta+\varphi)}$

**30.** 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．




(a) $\dfrac{2}{\sqrt{13}}mg$

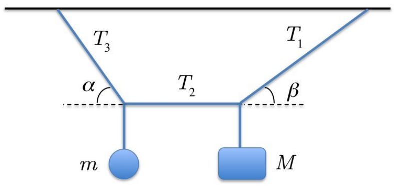
(b) $\dfrac{3}{\sqrt{13}}mg$

(c) $\dfrac{5}{\sqrt{13}}mg$

(d) $\dfrac{2}{\sqrt{5}}mg$

(e) $\dfrac{3}{\sqrt{5}}mg$

**31.** 図のように，質量 $m, M$ のおもりがロープで吊られている．各ロープの張力をそれぞれ，$T_1, T_2, T_3$ として $M$ の大きさを求めよ．なお，重力加速度の大きさを $g$ とする．




(a) $m\tan\alpha$

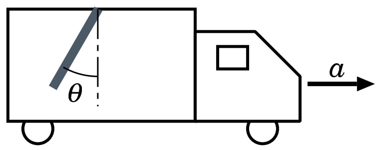
(b) $m\tan\beta$

(c) $m\dfrac{\tan\beta}{\tan\alpha}$

(d) $m\dfrac{\sin\beta}{\sin\alpha}$

(e) $m(\cos\beta - \sin\alpha)$

**32.** 車重 $W$ のトラックが水平面上を直線的に一定加速度 $a$ を保ちながら動いている．この加速度を測定するために，質量 $m_1$ の細い棒を天井から吊るしたところ，図のように鉛直線から $\theta$ 傾いた．$a$ と $\theta$ の関係式として正しいものは次のどれか．




(a) $\sin\theta = \dfrac{a}{m_1}$

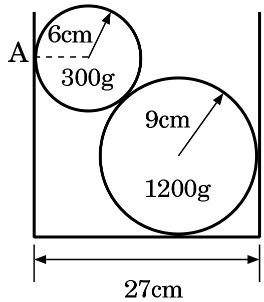
(b) $\cos\theta = \dfrac{a}{m_1}$

(c) $\tan\theta = \dfrac{a}{g}$

(d) $\tan\theta = \dfrac{g}{a}$

(e) $\sin\theta = \dfrac{a}{g}$

**33.** 図のように，2 つの鉄球が直径 27 cm の円筒容器内で静止している．鉄球の半径はそれぞれ 6 cm と 9 cm，重さはそれぞれ 300 g と 1200 g である．表面は全て滑らかであるとして，A 点における垂直抗力を求めなさい．




(a) 0 N

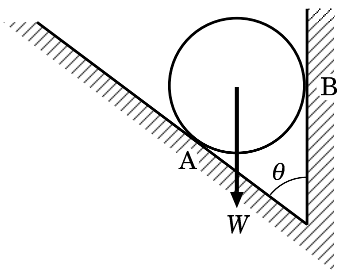
(b) 0.98 N

(c) 1.47 N

(d) 1.96 N

(e) 3.92 N

**34.** 図のように，滑らかな鉛直の壁と滑らかな斜面の間で $W(=mg)$ の重さの円筒が静止している．図の A 点における抗力を求めなさい．




(a) $\dfrac{W}{\sin\theta}$

(b) $\dfrac{W}{\cos\theta}$

(c) $W\tan\theta$

(d) $W\sin\theta$

(e) $W\cos\theta$

**35.** 図のように，傾き $\theta$ の滑らか斜面を持つ，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．

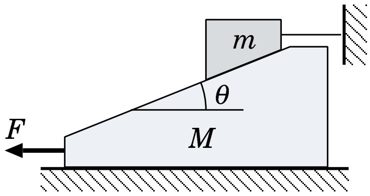
(a) $(M+m)g\sin\theta$

(b) $(M+m)g\tan\theta$

(c) $\dfrac{M}{\cos\theta}$

(d) $\dfrac{mg}{\tan\theta}$

(e) $mg\tan\theta$




**36.** ある 2 つの物体それぞれに同じ大きさの力を加えると，それぞれ大きさ $3\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ と $4\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ の大きさの加速度を生じる．これら 2 つの物体を結合してできた物体にこの力を加えたとき，加速度の大きさはいくらになるか．

(a) $3\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

(b) $4\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

(c) $7\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

(d) $12\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

(e) $\dfrac{12}{7}\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

**37.** 図のように，摩擦のない水平面上で互いに接触している 3 つのブロックがある．それぞれの質量は $m_1, m_2, m_3$ である． $m_1$ に左側から一定の力を加える．このとき，$m_2$ が $m_3$ から受ける抗力の大きさを $P_2$，$m_1$ が $m_2$ から受ける抗力の大きさ $P_1$ とすると比 $P_2/P_1$ はいくらか．

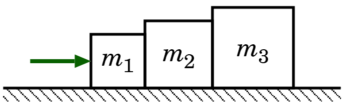
(a) $\dfrac{m_2+m_3}{m_3}$

(b) $\dfrac{m_1+m_2}{m_3}$

(c) $\dfrac{m_3}{m_2+m_3}$

(d) $\dfrac{m_2}{m_2+m_3}$

(e) $\dfrac{m_3}{m_1+m_2}$




**38.** 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 $F$ で上に引いた．2 つの小球をつなぐ糸の張力を求めなさい．ただし，重力加速度を $g$ とする．

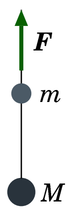
(a) $\dfrac{mF}{m+M}$

(b) $\dfrac{MF}{m+M}$

(c) $\dfrac{mF}{m-M}$

(d) $F+Mg$

(e) $F-Mg$




**39.** 質量 $m, M$ の 2 つの小物体を軽い糸でつないで，図のように水平から $\theta$ 傾いた滑らかな斜面上におき，質量 $m$ の小物体を一定の力 $F$ で上に引いた．2 つの小物体をつなぐ糸の張力を求めなさい．ただし，重力加速度を $g$ とする．

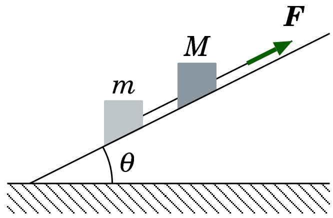
(a) $\dfrac{mF}{m-M}$

(b) $F+Mg$

(c) $F-Mg$

(d) $\dfrac{mF}{m+M}$

(e) $\dfrac{MF}{m+M}$




**40.** 質量 $m_1$ および $m_2$ の 2 つの物体が図のように滑車にかけた軽くて摩擦のないロープでつながれている．$m_1$ の物体は傾斜角 $\theta$ の摩擦のない斜面上にある．このとき，ロープの張力を求めよ．

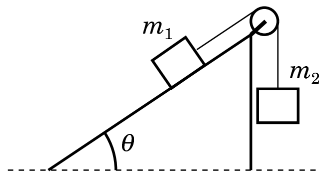
(a) $T=\dfrac{m_1 g\sin\theta+m_2 g}{m_1+m_2}$

(b) $T=\dfrac{m_1 g\cos\theta+m_2 g}{m_1+m_2}$

(c) $T=\dfrac{m_1 g(1+\sin\theta)}{m_1+m_2}$

(d) $T=\dfrac{m_1 m_2 g(1+\sin\theta)}{m_1+m_2}$

(e) $T=\dfrac{m_1 m_2 g(1+\cos\theta)}{m_1+m_2}$




**41.** 図のように，摩擦のある斜面を箱が滑り降りている．抗力（垂直抗力と摩擦力のベクトル和）の向きを表しているのは，図中 A〜E のどれか．

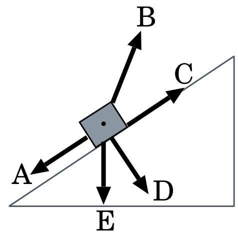
(a) A

(b) B

(c) C

(d) D

(e) E




**42.** 図のように，水平面から $\theta$ 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 $\varphi$ の角度に張っており，重力加速度の大きさを $g$ とする．

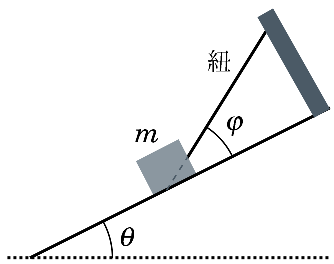
(a) $mg\sin(\theta-\varphi)$

(b) $mg\tan(\theta+\varphi)$

(c) $\dfrac{\sin(\varphi+\theta)}{\cos\varphi}mg$

(d) $\dfrac{\sin(\varphi+\theta)}{\sin\varphi}mg$

(e) $\dfrac{\cos(\varphi+\theta)}{\cos\varphi}mg$




**43.** 5 kg の石を釘に落としたところ，釘は 0.025 m 木片に入り込んだ．石が釘に当たったときの速さが $10\,\mathrm{m\,s^{-1}}$ であったとすると，釘が木片から受けた力の平均値はおよそいくらか．

(a) 10 N

(b) 100 N

(c) 1000 N

(d) 10,000 N

(e) 100,000 N

**44.** 図のように，質量 $m$ の小物体が傾角 $\theta$ 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 $\mu$ 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．

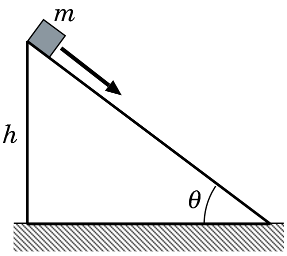
(a) $\dfrac{mgh}{\mu}$

(b) $mgh$

(c) $\dfrac{\mu mgh}{\sin\theta}$

(d) $gh\sin\theta$

(e) 0




**45.** 図のように，水平に置かれたばね定数 $2.0\,\mathrm{N\cdot mm^{-1}}$ のばねを，$x = 20\,\mathrm{mm}$ から $x = 40\,\mathrm{mm}$ まで縮めるのに必要な仕事を求めなさい．

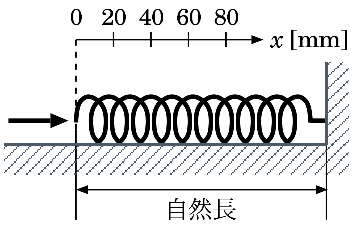
(a) 0.40 J

(b) 0.60 J

(c) 0.80 J

(d) 1.2 J

(e) 1.6 J




**46.** 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．

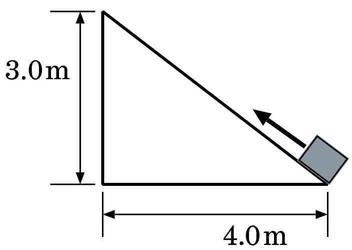
(a) 10 J

(b) 20 J

(c) 30 J

(d) 60 J

(e) 80 J




**47.** 質量 $m$ の重りがついた軽い糸がある．糸を机の上で支えた状態で，重りを机の縁から $d$ だけぶら下げた．この状態から静かに糸を引っ張って重りを机の上に引き上げた．このとき重力のする仕事を求めなさい．

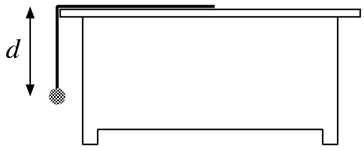
(a) $\dfrac{mgd}{2}$

(b) $-\dfrac{mgd}{4}$

(c) $-\dfrac{mgd}{2}$

(d) $-mgd$

(e) $-\dfrac{mgd^2}{2}$




**48.** 図のように半球状の台の上に立っている人が，半球の端 P の位置に置いてあった質量 $m$ のおもりを台の面に沿って紐で点 Q の位置まで静かに引き上げた．半球の中心を原点 O として，OQ と水平のなす角度は $\theta$ であった．Q に引き上げるまでに，重力のした仕事の大きさを求めなさい．

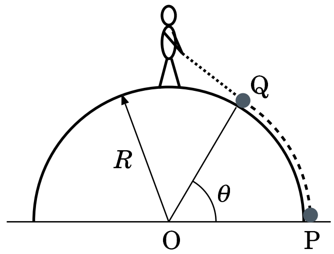
(a) $\dfrac{mgR}{2}$

(b) $mgR\dfrac{\theta}{2\pi}$

(c) $mgR\dfrac{\theta}{\pi}$

(d) $mgR\cos\theta$

(e) $mgR\sin\theta$




**49.** ポテンシャルエネルギーが $U = kr^n$ で与えられる場の力を求めなさい．

(a) $-knr^{n-2}\boldsymbol{r}$

(b) $-knr^{n-1}\boldsymbol{r}$

(c) $knr^{n-2}\boldsymbol{r}$

(d) $knr^{n-1}\boldsymbol{r}$

(e) $knr^{n}\boldsymbol{r}$

**50.** 重力場は保存力の場である．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．

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

(a) $-\dfrac{\boldsymbol{r}}{r^3}$

(b) $\dfrac{\boldsymbol{r}}{r^2}$

(c) $-\dfrac{\boldsymbol{r}}{r}$

(d) $\boldsymbol{r}$

(e) $-r\boldsymbol{r}$

**52.** 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 $k$ 倍であった．跳ね返り後の小球の到達高さを求めなさい．

(a) $\dfrac{2k}{1+k}h$

(b) $\dfrac{2k^2}{1+k^2}h$

(c) $\sqrt{k}h$

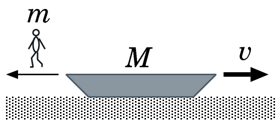
(d) $kh$

(e) $k^2h$

**53.** 質量 $m$ の人が静止している質量 $M$ のボートから左側，

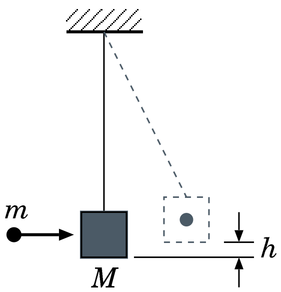
水平方向に飛び出した．飛び出した直後，ボートは右側に速度 $v$ で動き出した．飛び出す過程で人がなした仕事を求めなさい．

(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) $\frac{1}{2}\left(\frac{Mm}{M+m}\right)v^2$



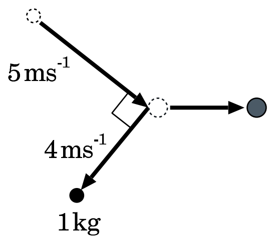

**54.** 図のように，質量 $m$ の弾を質量 $M$ の振り子のおもりへ打ち込んだ．弾はおもりの中に留まり，衝突後両者は高さ $h$ 振り上がった．打ち込まれる直前の弾の速さを求めなさい．

(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) $\frac{M+m}{2m}\sqrt{gh}$



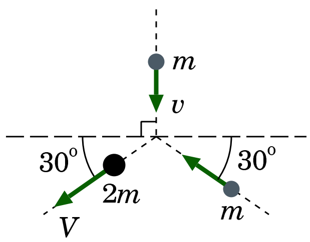

**55.** 質量 1 kg の球 A が，速度 $5\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ で，静止していた他の球 B に斜めに衝突した．図のように，球 A は衝突前の進行方向と直角に速度 $4\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ で跳ね返った．衝突後の球 B の運動量はおよそいくらか．

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



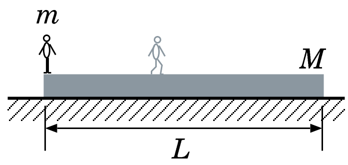

**56.** 図のように質量 $m$ の 2 つの小球が $x$ 軸に対し，1 つは直角上方から速さ $v$ で，もう 1 つは 30° 下方から近づいてきて衝突し一体となった．一体化した質量 $2m$ の小球は等速 $V$ で 30° 下方に遠ざかった．$V$ はいくらか．

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



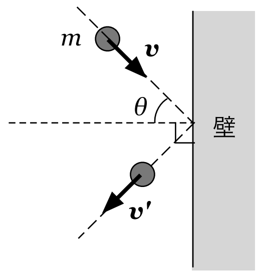

**57.** 図のように，滑らかな水平面上に長さ $L$，質量 $M$ の一様な長方形の台があり，その左端に体重 $m$ の人が立っている．人が右端に歩く間に台はいくら移動するか．

(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 $\frac{mL}{M-m}$




**58.** 一定の速さ $v$ で運動している質量 $m$ の質点が，図のように壁へ斜めに衝突して跳ね返った．衝突前後で質点の速さが同じである時，この衝突で壁が受けた力積の大きさはいくらか．

(a) $mv\cos\theta$
(b) $2mv\cos\theta$
(c) $mv\sin\theta$
(d) $2mv\sin\theta$
(e) $mv\tan\theta$




**59.** 水平な床に高さ $H$ のハンガーを置き，自然長 $L$ のゴムひもを取り付ける．ゴムの弾性力は，ゴムの自然長からの伸びの長さに比例しており，その比例定数を $k$ とする．図 1 のようにゴムひもで質量 $m$ の小球を吊るしたところ，ゴムひもの長さは $\frac{4}{3}L$ となった．また，図 2 のように小球を高さ $H$ の位置まで持ち上げて静かに落下させたところ，床に衝突する直前の小球の速さが 0 であった．自然長 $L$ の長さを $H$ を用いて表しなさい．

(a) $\frac{3}{5}H$
(b) $\frac{5}{7}H$
(c) $\frac{4-\sqrt{7}}{3}H$
(d) $\frac{5-\sqrt{7}}{3}H$
(e) $\frac{2+\sqrt{3}}{5}H$

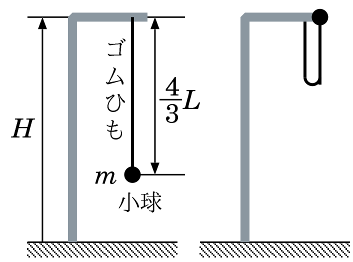
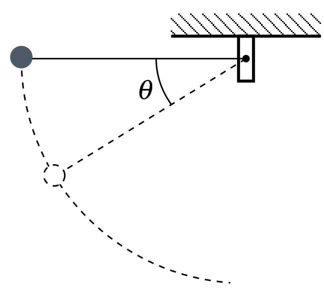



図 1　　図 2

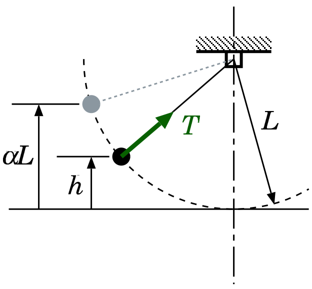
**60.** 小さなおもりが紐で支柱につなげられている．図のように，紐が水平になるように引っ張っておもりを静かにはなした．紐が水平と角度 $\theta$ をなす位置における，おもりの全加速度の大きさはいくらか．

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



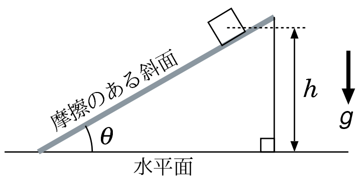
**61.** 図のように，長さ $L$ の単振り子を最下点 P から測って高さ $\alpha L$ $(0 < \alpha \leq 1)$ の地点から静かに振らせ始めた．高さ $h$ の位置における紐の張力 $T$ を求めなさい．

(a) $mg\left(\dfrac{1}{\alpha} - \dfrac{2h}{L}\right)$
(b) $mg\left(\alpha - \dfrac{h}{L}\right)$
(c) $mg\left(2\alpha - \dfrac{3h}{L}\right)$
(d) $mg\left(3 + \alpha - \dfrac{2h}{L}\right)$
(e) $mg\left(1 + 2\alpha - \dfrac{3h}{L}\right)$



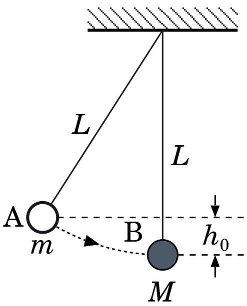

**62.** 図のように，質量 $m$ の質点が水平面から高さ $h$ の，摩擦のある斜面上に静止して置かれている．質点を静かに離したところ，質点は斜面に沿って滑り始めた．水平面に到達した瞬間の質点の速さはいくらか．ただし，斜面の動摩擦係数を $\mu$ とする．

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




**63.** 質量がそれぞれ $m$，$M$ 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 と弾性衝突し B はある高さ $h$ まで振り上がった．この高さ $h$ を求めなさい．

(a) $\dfrac{m}{M}h_0$
(b) $\dfrac{M}{M+m}h_0$
(c) $\dfrac{m}{M+m}h_0$
(d) $\left(\dfrac{M}{M+m}\right)^2 h_0$
(e) $\left(\dfrac{2m}{M+m}\right)^2 h_0$

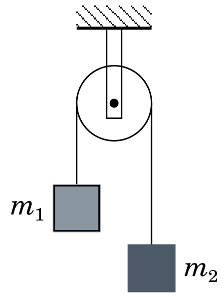



**64.** 体重 80 kg の人がエレベーターに乗っている．エレベータは上昇しており，$2.4\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ で減速しているとすると，人が床から受ける力はおよそいくらか．

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

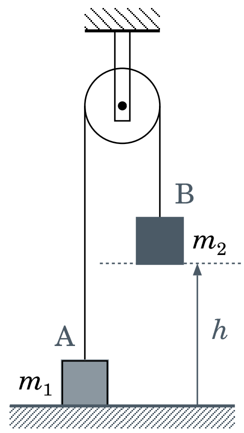
**65.** 糸でつながれた 2 つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている．$m_1 < m_2$ として，おもりの加速度の大きさを求めなさい．

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



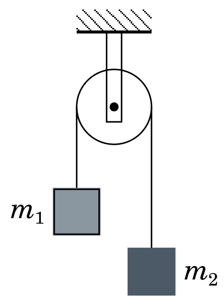

**66.** 図のように，質量 $m_1, m_2$ の 2 つのおもり A,B を糸でつないで軽い滑車に掛け，水平な床上に A を置き，糸が弛まないように B を手で支えた．このとき，B は床から測って高さ $h$ の位置にあった．静かに手を離したところ，B は下降して床に到達した．B が下降を開始してから床に到達するまでの時間を求めなさい．

(a) $\sqrt{\dfrac{2(m_2 - m_1)h}{(m_1 + m_2)g}}$
(b) $\sqrt{\dfrac{2(m_1 + m_2)h}{(m_2 - m_1)g}}$
(c) $\sqrt{\dfrac{2m_2h}{(m_1 + m_2)g}}$
(d) $\sqrt{\dfrac{2m_1h}{(m_1 + m_2)g}}$
(e) $\sqrt{\dfrac{(m_2 + m_1)h}{(m_2 - m_1)g}}$



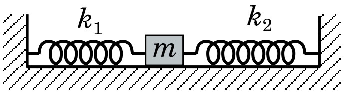

**67.** 図のように，糸でつながれた 2 つのおもりが軽い滑車の両側に吊り下げられている．$m_1 < m_2$ として，糸の張力を求めなさい．

(a) $\dfrac{m_1m_2}{m_1 + m_2}g$
(b) $\dfrac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}g$
(c) $\dfrac{4m_1m_2}{m_1 + m_2}g$
(d) $\dfrac{2m_1m_2}{(m_1 + m_2)^2}g$
(e) $\dfrac{3m_1m_2}{m_1 + m_2}g$




**68.** 質量 $m$ のおもりが，ばね定数 $k_1$, $k_2$ の 2 つのばねに挟まれ，図のように壁の間の水平面上に置かれている．おもりがばねの軸方向に単振動するとして，その振動数 $f$ を求めなさい．

(a) $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1-k_2}{m}}$
(b) $\dfrac{1}{2\pi}\dfrac{k_1+k_2}{m}$
(c) $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{m}{k_1+k_2}}$
(d) $\dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{k_1+k_2}{m}}$
(e) $\dfrac{1}{2\pi}\dfrac{m}{k_1+k_2}$




**69.** 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 $3.85\times10^8\,\mathrm{m}$ の円であるとすると，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 $g=9.8\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ との比較で答えなさい．

(a) $2.8\times10^{-6}g$
(b) $2.8\times10^{-5}g$
(c) $2.8\times10^{-4}g$
(d) $2.8\times10^{-2}g$
(e) $2.8\,g$

**70.** 地球の自転による影響で，重力加速度の見かけの値は緯度に依存した値として観測される．地球の半径を約 6400 km とすると，南北極点と赤道上の見かけの重力加速度の差はおよそいくらと見積もられるか．

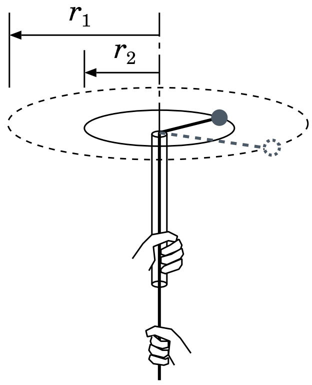
(a) $8.6\times10^{-4}\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$
(b) $8.4\times10^{-3}\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$
(c) $0.034\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$
(d) $0.31\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$
(e) $0.98\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$

**71.** 惑星（質量 $m$）は太陽（質量 $M$）からの万有引力を受けながら，公転運動している．惑星の近日点での速さを $v$ とするとき，遠日点での速さを求めなさい．ただし，惑星の近日点距離を $a$，遠日点距離を $b(>a)$，万有引力定数を $G$ とする．

(a) $\sqrt{v^2-2GM\left(\dfrac{1}{a}-\dfrac{1}{b}\right)}$
(b) $\sqrt{v^2-GM\left(\dfrac{1}{a}-\dfrac{1}{b}\right)}$
(c) $\sqrt{v^2+GM\left(\dfrac{1}{a}-\dfrac{1}{b}\right)}$
(d) $\sqrt{v^2+2GM\left(\dfrac{1}{a}-\dfrac{1}{b}\right)}$
(e) $\sqrt{GM\left(\dfrac{1}{a}-\dfrac{1}{b}\right)}$

**72.** 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．この回転の角速度 $\omega_2$ と初めの回転の角速度 $\omega_1$ との比を求めなさい．なお，重力は無視する．

(a) $\omega_2=\dfrac{r_1}{r_2}\omega_1$
(b) $\omega_2=\left(\dfrac{r_1}{r_2}\right)^2\omega_1$
(c) $\omega_2=\dfrac{r_2}{r_1}\omega_1$
(d) $\omega_2=\left(\dfrac{r_2}{r_1}\right)^2\omega_1$
(e) $\omega_2=\omega_1$

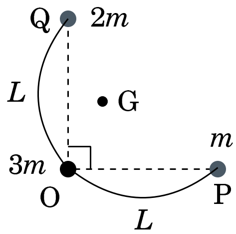



**73.** 質量 $m, 2m, 3m$ の質点がそれぞれ一定速度 $\boldsymbol{v}, -3\boldsymbol{v}, 2\boldsymbol{v}$ で等速運動している．この 3 つの質点の質量中心も一定速度で運動するが，その速度を求めなさい．

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

**74.** 図のように，質量 $3m$ の質点が点 O にあり，そこから距離 $L$ 離れた位置 P,Q にそれぞれ質量 $m, 2m$ の質点がある．線分 OP，OQ のなす角度は直角である．この 3 つの質点の質量中心 G と O との距離を求めなさい．

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

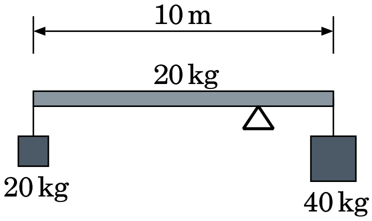



**75.** $z$ 軸を回転の中心軸として，質量 $m, 5m$ の 2 つの質点 A,B が等速円運動を行っている．円運動の半径および接線速度は，A,B についてそれぞれ $R, 3R$ および $v, 2v$ である．2 つの質点の $z$ 軸まわりの角運動量 $L_A, L_B$ の大きさの比 $L_A/L_B$ はいくらか．

(a) 0.012
(b) 0.033
(c) 0.5
(d) 10
(e) 30

**76.** 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




**77.** 図のように，長さ 10 m，質量 20 kg の水平な梁が壁に取り付けられており，取り付け位置を支点に鉛直面内で自由に回転できるようになっている．梁の先は綱を用いて上方の壁につながっており，綱と梁は 60° の角度をなしている．梁の上には 50 kg の人が壁から 2 m の位置に立っている．綱の張力を求めなさい．

(a) 0 N
(b) 700 N
(c) 500 N
(d) 226 N
(e) 808 N