

※一般は物理・化学・生物から2科目選択
 学士は化学・生物必須
 ※試験時間100分で2科目を受験する

試験時間 100分

物理 1～12 ページ

化学 13～23 ページ

生物 24～38 ページ

- 注意事項
1. 出願の際に選択した2科目について解答すること。
 2. 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 3. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
 4. 解答用紙(マークカード)に、氏名・フリガナ・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 5. マークはHBの鉛筆で、はっきりとマークすること。
 6. マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消し残りを残さないこと。
 7. 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
 8. 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 9. 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけません。

I 次の問い(問1～問5)の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 1 ～ 20)

問1 図1のように、一端が天井に固定されたひもPを、質量 $3m$ (kg) のおもりAがひもでつり下げられた滑車Bと、天井からつり下げられた滑車Cを通し、質量 m (kg) のおもりDがひもでつり下げられた滑車Eにつないだ。さらに、質量がわからないおもりFを一端につないだひもQを滑車Eに通し、Qのもう一端を鉛直下方に一定の力で引いたところ、滑車に接触している部分以外のひもはすべて鉛直になり、すべての滑車とおもりは静止した。このとき、Qを引く力の大きさは 1 $\times mg$ (N) である。つぎに、QをEから静かに外したところ、Eは運動を始めた。このとき、Eの加速度の大きさは 2 $\times g$ (m/s^2) である。ただし、すべてのひもと滑車は軽いものとし、重力加速度の大きさを g (m/s^2) とする。

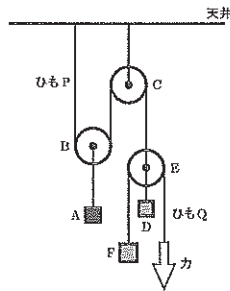


図1

解答群

- | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① $\frac{1}{9}$ | ② $\frac{1}{8}$ | ③ $\frac{1}{7}$ | ④ $\frac{1}{6}$ | ⑤ $\frac{1}{5}$ |
| ⑥ $\frac{2}{9}$ | ⑦ $\frac{1}{4}$ | ⑧ $\frac{2}{7}$ | ⑨ $\frac{1}{3}$ | ⑩ $\frac{2}{5}$ |
| ⑪ $\frac{1}{2}$ | ⑫ $\frac{4}{7}$ | ⑬ $\frac{3}{5}$ | ⑭ $\frac{2}{3}$ | ⑮ $\frac{3}{4}$ |
| ⑯ $\frac{4}{5}$ | ⑰ $\frac{3}{2}$ | | | |

問2 図2のように、水平面の両端に距離 L (m) だけ離れて平行に向かい合う鉛直な壁PとQがある。Pの上端の点Rから水平でPと直交する方向に初速度 v_0 (m/s) で小物体Aを投射したところ、Aは水平面ではね返ったあと、最初に最高点に達したときにQに垂直に衝突した。このとき、Aを投射してからAが水平面に衝突するまでの時間は 3 $\times \frac{L}{v_0}$ (s) であり、点Rの水平面からの高さは 4 $\times \frac{gL^2}{v_0^2}$ (m) である。ただし、水平面はなめらかであり、Aと水平面との間のはねかえり係数を e とし、重力加速度の大きさを g (m/s^2) とする。

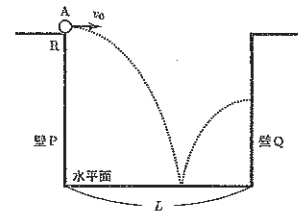


図2

解答群

- | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $\frac{1}{2e}$ | ② $\frac{1}{2(1+e)}$ | ③ $\frac{1}{2e^2}$ | ④ $\frac{1}{2e(1+e)}$ |
| ⑤ $\frac{1}{2(1+e)^2}$ | ⑥ $\frac{1}{e}$ | ⑦ $\frac{1}{1+e}$ | ⑧ $\frac{1}{e^2}$ |
| ⑨ $\frac{1}{e(1+e)}$ | ⑩ $\frac{1}{(1+e)^2}$ | ⑪ $\frac{2}{e}$ | ⑫ $\frac{2}{1+e}$ |
| ⑬ $\frac{2}{e^2}$ | ⑭ $\frac{2}{e(1+e)}$ | ⑮ $\frac{2}{(1+e)^2}$ | |

問3 図3のように、真空中で、平面上にある一辺の長さが r (m) の正三角形の各頂点の位置および正三角形の重心の位置に、この平面と垂直に細くてじゅうぶんに長い直線状の導線 A, B, C, D を通した。図3はこの平面を上から見たものである。A, B にはそれぞれ紙面の奥から手前の向きに I (A) の電流を流し、C には紙面の手前から奥の向きに I (A) の電流を流した。このとき、正三角形の重心の位置での磁場の大きさは $\boxed{5}$ (A/m) である。また、D に紙面の手前から奥の向きに $2I$ (A) の電流を流した場合、D の長さ 1 m の部分が受ける力の大きさは $\boxed{6}$ (N) である。ただし、真空の透磁率を μ_0 (N/A²) とする。

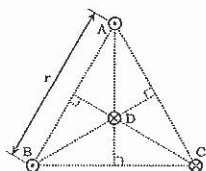


図3

解答群

- ① $\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{I}{\pi r}$ ② $\frac{\sqrt{3}}{3} \frac{I}{\pi r}$ ③ $\frac{I}{\pi r}$ ④ $\sqrt{3} \frac{I}{\pi r}$
 ⑤ $2\sqrt{3} \frac{I}{\pi r}$ ⑥ $\frac{\sqrt{3}\mu_0}{2} \frac{I}{r}$ ⑦ $\frac{\sqrt{3}\mu_0}{3} \frac{I}{r}$ ⑧ $\mu_0 \frac{I}{r}$
 ⑨ $\sqrt{3}\mu_0 \frac{I}{r}$ ⑩ $2\sqrt{3}\mu_0 \frac{I}{r}$ ⑪ $\frac{\sqrt{3}\mu_0}{2} \frac{I^2}{\pi r}$ ⑫ $\frac{\sqrt{3}\mu_0}{3} \frac{I^2}{\pi r}$
 ⑬ $\mu_0 \frac{I^2}{\pi r}$ ⑭ $\sqrt{3}\mu_0 \frac{I^2}{\pi r}$ ⑮ $2\sqrt{3}\mu_0 \frac{I^2}{\pi r}$

問4 図4のように、抵抗値がそれぞれ $8.0 \times 10^4 \Omega$, $2.0 \times 10^3 \Omega$, $3.0 \times 10^3 \Omega$ の電気抵抗 R_1 , R_2 , R_3 、電気容量が 2.0×10^{-6} F のコンデンサー C、内部抵抗の無視できる起電力 5.0 V の電池 E、およびスイッチ S からなる回路がある。S を閉じてからじゅうぶんに時間が経過した後、C にたくわえられている電荷の電気量は $\boxed{7}$, $\boxed{8} \times 10^{\boxed{9} \ \boxed{10}}$ (C) であり、C にたくわえられている静電エネルギーは $\boxed{11}$, $\boxed{12} \times 10^{\boxed{13} \ \boxed{14}}$ (J) である。つぎに、S を開いたところ、C にたくわえられていた電荷が移動した。S を開いてから電荷の移動が終わる間に R_3 で発生するジュール熱は $\boxed{15}$, $\boxed{16} \times 10^{\boxed{17} \ \boxed{18}}$ (J) である。ただし、はじめ S は開いており、C に電荷はたくわえられていないものとする。また、有効数字は2桁とする。

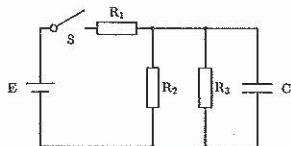


図4

$\boxed{9}$ と $\boxed{13}$ と $\boxed{17}$ の解答群

- ① + ② -

その他の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問5 図5のように、屈折率の異なる媒質1および媒質2が接した状態で真空中に置かれている。媒質1に、上面より入射角 60° で光を入射させたところ、光は媒質1と媒質2の境界面に、媒質1側から臨界角で入射した。このとき、媒質2の屈折率は $\boxed{19}$, $\boxed{20}$ である。ただし、各媒質の上面は水平であり、媒質1と媒質2の境界面は鉛直であるものとする。また、媒質1の屈折率は $\sqrt{3}$ であり、解答の有効数字は2桁とする。

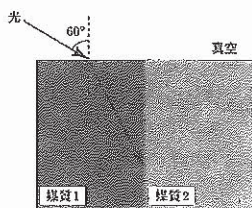


図5

解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

II 次の問い(問1~問4)の空所 $\boxed{\quad}$ に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 $\boxed{21}$ ~ $\boxed{27}$)

問6 図6のように、下端に壁が取り付けられた、水平面となす角が θ (rad) の斜面があり、斜面の一部はあく、その他の部分はなめらかになっている。この斜面上に、軽いはねKでつながれた質量 $2m$ (kg) の小物体 A と質量 m (kg) の小物体 B を静かに置いたところ、A は壁に接し、K は長さが L_1 (m) となり、A と B はなめらかな斜面上で静止した。ただし、重力加速度の大きさを g (m/s²) とし、A, K, B はつねに同じ鉛直面内にあるものとする。

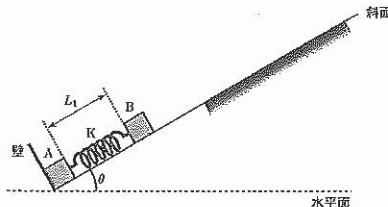


図6

問1 B が K を押す力の大きさは $\boxed{21}$ (N) である。

解答群

- ① $mg \sin \theta$ ② $mg \cos \theta$ ③ $mg \tan \theta$ ④ $\frac{mg}{\sin \theta}$ ⑤ $\frac{mg}{\cos \theta}$
 ⑥ $\frac{mg}{\tan \theta}$ ⑦ $2mg \sin \theta$ ⑧ $2mg \cos \theta$ ⑨ $2mg \tan \theta$ ⑩ $\frac{2mg}{\sin \theta}$
 ⑪ $\frac{2mg}{\cos \theta}$ ⑫ $\frac{2mg}{\tan \theta}$

問2 つぎに、B に斜面上方に少しずつ力を加えていったところ、K の長さが L_2 (m) となったとき、A は壁から離れた。A が壁から離れる直前に B に加えられた力の大きさは $\boxed{22}$ (N) である。また、K の自然長は $\boxed{23}$ (m) であり、K のばね定数は $\boxed{24}$ (N/m) である。ただし、A が壁から離れた直後に、B はなめらかな斜面上にあるものとする。

$\boxed{22}$ の解答群

- ① $mg \sin \theta$ ② $mg \cos \theta$ ③ $mg \tan \theta$ ④ $\frac{mg}{\sin \theta}$ ⑤ $\frac{mg}{\cos \theta}$
 ⑥ $\frac{mg}{\tan \theta}$ ⑦ $2mg \sin \theta$ ⑧ $2mg \cos \theta$ ⑨ $2mg \tan \theta$ ⑩ $\frac{2mg}{\sin \theta}$
 ⑪ $\frac{2mg}{\cos \theta}$ ⑫ $\frac{2mg}{\tan \theta}$ ⑬ $3mg \sin \theta$ ⑭ $3mg \cos \theta$ ⑮ $3mg \tan \theta$
 ⑯ $\frac{3mg}{\sin \theta}$ ⑰ $\frac{3mg}{\cos \theta}$ ⑱ $\frac{3mg}{\tan \theta}$

$\boxed{23}$ の解答群

- ① L_1 ② L_2 ③ $L_1 + L_2$ ④ $\frac{L_1 + L_2}{2}$
 ⑤ $\frac{L_1 + 2L_2}{2}$ ⑥ $\frac{2L_1 + L_2}{2}$ ⑦ $\frac{L_1 + L_2}{3}$ ⑧ $\frac{L_1 + 2L_2}{3}$
 ⑨ $\frac{2L_1 + L_2}{3}$ ⑩ $\frac{L_1 + L_2}{4}$ ⑪ $\frac{L_1 + 2L_2}{4}$ ⑫ $\frac{2L_1 + L_2}{4}$
 ⑬ $\frac{L_1 + 3L_2}{4}$ ⑭ $\frac{3L_1 + L_2}{4}$

$\boxed{24}$ の解答群

- ① $\frac{mg \sin \theta}{L_1 + L_2}$ ② $\frac{mg \sin \theta}{L_1 - L_2}$ ③ $\frac{mg \sin \theta}{L_2 - L_1}$ ④ $\frac{mg \cos \theta}{L_1 + L_2}$
 ⑤ $\frac{mg \cos \theta}{L_1 - L_2}$ ⑥ $\frac{mg \cos \theta}{L_2 - L_1}$ ⑦ $\frac{2mg \sin \theta}{L_1 + L_2}$ ⑧ $\frac{2mg \sin \theta}{L_1 - L_2}$
 ⑨ $\frac{2mg \sin \theta}{L_2 - L_1}$ ⑩ $\frac{2mg \cos \theta}{L_1 + L_2}$ ⑪ $\frac{2mg \cos \theta}{L_1 - L_2}$ ⑫ $\frac{2mg \cos \theta}{L_2 - L_1}$
 ⑬ $\frac{3mg \sin \theta}{L_1 + L_2}$ ⑭ $\frac{3mg \sin \theta}{L_1 - L_2}$ ⑮ $\frac{3mg \sin \theta}{L_2 - L_1}$ ⑯ $\frac{3mg \cos \theta}{L_1 + L_2}$
 ⑰ $\frac{3mg \cos \theta}{L_1 - L_2}$ ⑱ $\frac{3mg \cos \theta}{L_2 - L_1}$

さらに図7のように、Bに力を加え続けたところ、AとBは共に点Pであらい面に入り、その後AとBは斜面の上方に一定の速度で運動した。ただし、AおよびBとあらい面との間の動摩擦係数を μ' とする。

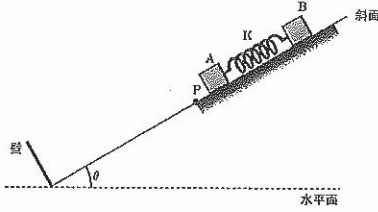


図7

問3 AとBがあらい斜面上にいるとき、Bに加えられた力の大きさは (N) であり、Kの自然長からの伸びは (m) である。

の解答群

- ① $mg(\sin\theta + \mu' \cos\theta)$ ② $mg(\sin\theta - \mu' \cos\theta)$ ③ $mg(\cos\theta + \mu' \sin\theta)$
- ④ $mg(\cos\theta - \mu' \sin\theta)$ ⑤ $2mg(\sin\theta + \mu' \cos\theta)$ ⑥ $2mg(\sin\theta - \mu' \cos\theta)$
- ⑦ $2mg(\cos\theta + \mu' \sin\theta)$ ⑧ $2mg(\cos\theta - \mu' \sin\theta)$ ⑨ $3mg(\sin\theta + \mu' \cos\theta)$
- ⑩ $3mg(\sin\theta - \mu' \cos\theta)$ ⑪ $3mg(\cos\theta + \mu' \sin\theta)$ ⑫ $3mg(\cos\theta - \mu' \sin\theta)$

の解答群

- ① $\frac{2(L_1 + L_2)}{3}(1 + \mu' \tan\theta)$ ② $\frac{2(L_1 - L_2)}{3}(1 + \mu' \tan\theta)$ ③ $\frac{2(L_2 - L_1)}{3}(1 + \mu' \tan\theta)$
- ④ $\frac{2(L_1 + L_2)}{3}\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$ ⑤ $\frac{2(L_1 - L_2)}{3}\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$ ⑥ $\frac{2(L_2 - L_1)}{3}\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$
- ⑦ $(L_1 + L_2)(1 + \mu' \tan\theta)$ ⑧ $(L_1 - L_2)(1 + \mu' \tan\theta)$ ⑨ $(L_2 - L_1)(1 + \mu' \tan\theta)$
- ⑩ $(L_1 + L_2)\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$ ⑪ $(L_1 - L_2)\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$ ⑫ $(L_2 - L_1)\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$
- ⑬ $\frac{3(L_1 + L_2)}{2}(1 + \mu' \tan\theta)$ ⑭ $\frac{3(L_1 - L_2)}{2}(1 + \mu' \tan\theta)$ ⑮ $\frac{3(L_2 - L_1)}{2}(1 + \mu' \tan\theta)$
- ⑯ $\frac{3(L_1 + L_2)}{2}\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$ ⑰ $\frac{3(L_1 - L_2)}{2}\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$ ⑱ $\frac{3(L_2 - L_1)}{2}\left(1 + \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)$

問4 つぎに、Kの長さを問3の状態と変えずに、Bに力を加えるのを止めてAとBをあらい斜面上で静止させたところ、AとBは斜面上で静止し続けた。このことから、AおよびBとあらい面との間の静止摩擦係数は と等しいかそれよりも大きい。ただし、AおよびBとあらい面との間の静止摩擦係数は同じ値であるものとする。

解答群

- ① $\tan\theta$ ② $2\tan\theta$ ③ $3\tan\theta$ ④ $\tan\theta + \mu'$
- ⑤ $2\tan\theta + \mu'$ ⑥ $3\tan\theta + \mu'$ ⑦ $\tan\theta + 2\mu'$ ⑧ $2\tan\theta + 2\mu'$
- ⑨ $3\tan\theta + 2\mu'$ ⑩ $\tan\theta + 3\mu'$ ⑪ $2\tan\theta + 3\mu'$ ⑫ $3\tan\theta + 3\mu'$

III 次の問い(問1~問5)の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 ~)

図8のように、体積を自由に変えられる断熱膜でできた気球とかごからなる熱気球があり、気球の内部には気体に熱を加えることのできる加熱器が取り付けられている。この気球に、1molあたりの質量が m (kg/mol) の二原子分子理想気体を n (mol) 封入したところ、気体の温度と圧力は地上での大気温度 T (K)、圧力 P (Pa) と等しくなり、熱気球は地上に静止した。ただし、気体定数を R (J/(mol·K)) とし、重力加速度の大きさを g (m/s²) とする。また、気球内部の気体と大気の圧力は常に等しいものとし、大気は1molあたりの質量が M (kg/mol) の理想気体とする。さらに、気球内部の気体以外の熱気球の質量は M (kg) であり、熱気球の体積は気球内部の気体の体積のみを考えるものとする。

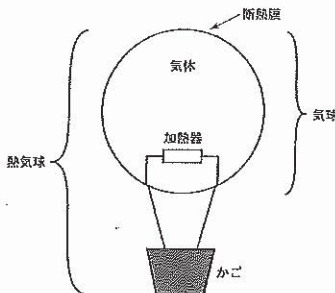


図8

問1 気球内部の気体の密度は (kg/m³) である。

解答群

- ① $mPRT$ ② $\frac{PRT}{m}$ ③ $\frac{mRT}{P}$ ④ $\frac{mPT}{R}$ ⑤ $\frac{mPR}{T}$
- ⑥ $\frac{mP}{RT}$ ⑦ $\frac{nR}{PT}$ ⑧ $\frac{mT}{PR}$ ⑨ $\frac{RT}{mP}$ ⑩ $\frac{PT}{mR}$
- ⑪ $\frac{PR}{mT}$ ⑫ $\frac{m}{PRT}$ ⑬ $\frac{P}{mRT}$ ⑭ $\frac{R}{mPT}$ ⑮ $\frac{T}{mPR}$

問2 気球内部の気体をゆっくり加熱して温度を T_1 (K) にした。このとき、気球内部の気体の密度は温度が T のときの密度の 倍である。

解答群

- ① 1 ② $\frac{T}{T_1}$ ③ $\frac{T_1}{T}$ ④ $\frac{T}{T_1 - T}$ ⑤ $\frac{T_1}{T_1 - T}$
- ⑥ $\frac{T_1 - T}{T}$ ⑦ $\frac{T_1 - T}{T_1}$ ⑧ $\frac{T}{T_1 + T}$ ⑨ $\frac{T_1}{T_1 + T}$ ⑩ $\frac{T_1 + T}{T}$
- ⑪ $\frac{T_1 + T}{T_1}$ ⑫ $\frac{T_1 - T}{T_1 + T}$ ⑬ $\frac{T_1 + T}{T_1 - T}$

問3 問2の状態のとき、気球にはたらく浮力の大きさは (N) であり、気球内部の気体を含めた熱気球にはたらく重力の大きさは (N) である。

解答群

- ① nmg ② $\frac{mg}{n}$ ③ $Mg + nmg$ ④ $Mg + \frac{mg}{n}$
- ⑤ $nmgT_1$ ⑥ $\frac{mgT_1}{n}$ ⑦ $Mg + nmgT_1$ ⑧ $Mg + \frac{mgT_1}{n}$
- ⑨ $\frac{nmgT}{T_1}$ ⑩ $\frac{mgT}{nT_1}$ ⑪ $Mg + nmg\frac{T}{T_1}$ ⑫ $Mg + \frac{mgT}{nT_1}$
- ⑬ $\frac{nmgT_1}{T}$ ⑭ $\frac{mgT_1}{nT}$ ⑮ $Mg + nmg\frac{T_1}{T}$ ⑯ $Mg + \frac{mgT_1}{nT}$

問4 さらに気球内部の気体にゆっくり熱を加えたところ、熱気球が浮き始めた。熱気球が浮き始める瞬間の気球内部の気体の温度は (K) である。

解答群

- ① $\frac{M}{m}T$ ② $\frac{m}{M}T$ ③ $\frac{M}{nm}T$ ④ $\frac{nm}{M}T$
- ⑤ $\frac{mM}{n}T$ ⑥ $\frac{n}{mM}T$ ⑦ $\frac{m+M}{m}T$ ⑧ $\frac{m}{m+M}T$
- ⑨ $\frac{m-M}{m}T$ ⑩ $\frac{m}{m-M}T$ ⑪ $\frac{nm+M}{nm}T$ ⑫ $\frac{nm}{nm+M}T$
- ⑬ $\frac{nm-M}{nm}T$ ⑭ $\frac{nm}{nm-M}T$

問5 はじめの状態から熱気球が浮き始めるまでに、気球内部の気体が大気に対してした仕事は × (J) であり、気球内部の気体の内部エネルギーは × (J) だけ増加した。また、気球内部の気体に加えられた熱量は × (J) である。ただし、二原子分子理想気体の定積モル比熱を $\frac{5}{2}R$ とする。

と と の解答群

- ① $\frac{2}{5}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{3}{5}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{3}{4}$
- ⑥ 1 ⑦ $\frac{4}{3}$ ⑧ $\frac{3}{2}$ ⑨ $\frac{5}{3}$ ⑩ 2
- ⑪ $\frac{7}{3}$ ⑫ $\frac{5}{2}$ ⑬ 3 ⑭ $\frac{7}{2}$

と と の解答群

- ① R ② T ③ RT ④ mR ⑤ mT
- ⑥ mRT ⑦ MR ⑧ MT ⑨ MRT ⑩ $\frac{M}{m}R$
- ⑪ $\frac{M}{m}T$ ⑫ $\frac{M}{m}RT$ ⑬ $\frac{m}{M}R$ ⑭ $\frac{m}{M}T$ ⑮ $\frac{m}{M}RT$