早稲田大学　人間科学部

2022 年度　入試問題の訂正内容

＜人間科学部　一般選抜＞

【物理】

●問題冊子１１ページ：[Ⅲ]　問題文2行目

（誤）

～答えなさい。

（正）

～答えなさい。ただし、x軸に平行して移動する分子のみを考えるものとする。

※二重下線部を追加

以上

物　　理

(問　題)

2022年度

〈R04165119〉

注　意　事　項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は２～11ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、ＨＢの黒鉛筆またはＨＢのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
   (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
   (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
   (3) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	●良い	◎悪い	◎悪い
マークを消す時	○良い	◎悪い	◎悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

［Ⅰ］

図1のように，地球の自転と同じ角速度で地球の赤道上空の円軌道を移動する静止衛星がある。この静止衛星と地球中心とを結ぶ直線に沿って，静止衛星と地球表面の間を十分強度のある軽いレールでつなぐ。このレールに力を加えて昇降する機能を備えた荷物が移動することで，地球表面と宇宙との間で荷物の運搬が可能となる宇宙エレベーターについて考える。

地球は球形であるとし，地球の質量を M，地球の半径を R，地球の自転の角速度を ω，万有引力定数を G とする。また，移動する荷物の質量を m とし，荷物の大きさを無視できるものとする。なお，地球を周回する物体どうしにはたらく万有引力，地球表面上の大気の影響，地球の公転の影響，太陽や月など地球以外の天体による影響は無視できるものとする。以下の問1～問3に答えなさい。

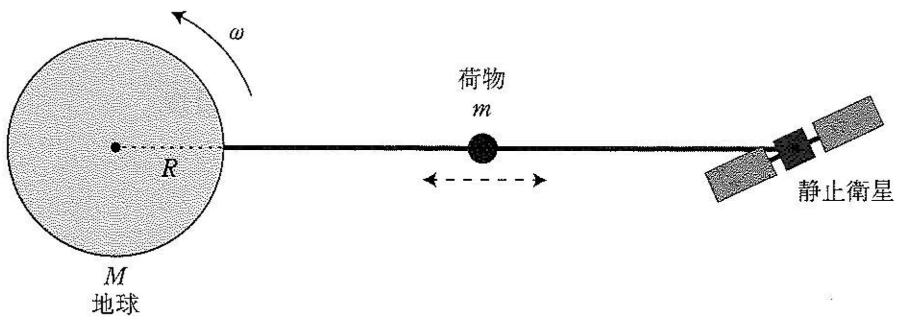


図1

問1　地球の中心から静止衛星までの距離を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\sqrt{\dfrac{GM}{\omega}}$　　b．$\left(\dfrac{GM}{\omega}\right)^{\frac{1}{3}}$　　c．$\left(\dfrac{GM}{\omega}\right)^{\frac{1}{4}}$

d．$\sqrt{\dfrac{GM}{\omega^2}}$　　e．$\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$　　f．$\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{4}}$

g．$\sqrt{GM\omega}$　　h．$(GM\omega)^{\frac{1}{3}}$　　i．$(GM\omega)^{\frac{1}{4}}$

j．$\sqrt{GM\omega^2}$　　k．$(GM\omega^2)^{\frac{1}{3}}$　　l．$(GM\omega^2)^{\frac{1}{4}}$

問 2　荷物が地球表面から静止衛星まで等速で移動する過程で，荷物の地球表面からの高さが h のとき，荷物からレールにかかる力の大きさを求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\dfrac{GMm}{R+h}+m(R+h)\omega$　　b．$\dfrac{GMm}{R+h}-m(R+h)\omega$

c．$\dfrac{GMm}{R+h}+m(R+h)\omega^2$　　d．$\dfrac{GMm}{R+h}-m(R+h)\omega^2$

e．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}+m(R+h)\omega$　　f．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}-m(R+h)\omega$

g．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}+m(R+h)\omega^2$　　h．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}-m(R+h)\omega^2$

i．$\dfrac{GMm}{R+h}+m(R+h)^2\omega$　　j．$\dfrac{GMm}{R+h}-m(R+h)^2\omega$

k．$\dfrac{GMm}{R+h}+m(R+h)^2\omega^2$　　l．$\dfrac{GMm}{R+h}-m(R+h)^2\omega^2$

m．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}+m(R+h)^2\omega$　　n．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}-m(R+h)^2\omega$

o．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}+m(R+h)^2\omega^2$　　p．$\dfrac{GMm}{(R+h)^2}-m(R+h)^2\omega^2$

問 3　荷物が等速で移動する際，地球表面出発直後から静止衛星到着直前までの荷物の力学的エネルギーの変化量を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$m\left(\dfrac{GM}{R}-GM\omega\right)$　　b．$m\left(\dfrac{GM}{R}+GM\omega\right)$

c．$m\left\{\dfrac{GM}{R}-(GM\omega)^{\frac{2}{3}}\right\}$　　d．$m\left\{\dfrac{GM}{R}+(GM\omega)^{\frac{2}{3}}\right\}$

e．$m\left(\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2-GM\omega\right)$　　f．$m\left(\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2+GM\omega\right)$

g．$m\left(\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2-\dfrac{1}{2}GM\omega\right)$　　h．$m\left(\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2+\dfrac{1}{2}GM\omega\right)$

i．$m\left\{\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2-(GM\omega)^{\frac{2}{3}}\right\}$　　j．$m\left\{\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2+(GM\omega)^{\frac{2}{3}}\right\}$

k．$m\left\{\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2-\dfrac{1}{2}(GM\omega)^{\frac{2}{3}}\right\}$　　l．$m\left\{\dfrac{GM}{R}-\dfrac{1}{2}R^2\omega^2+\dfrac{1}{2}(GM\omega)^{\frac{2}{3}}\right\}$

図2のように，点Pの静止衛星から，大きさの無視できる質量 m の荷物を，静止衛星の進行方向と同じ方向に，静止衛星に対する相対速度の大きさを v として発射した。すると荷物は，地球の中心を一つの焦点とし，地球から最も近い位置を点P，地球から最も遠い位置を点Qとする楕円軌道を描いた。

なお，荷物の運動はケプラーの法則に従い，静止衛星の運動は荷物の発射の影響を受けないものとする。以下の問4と問5に答えなさい。

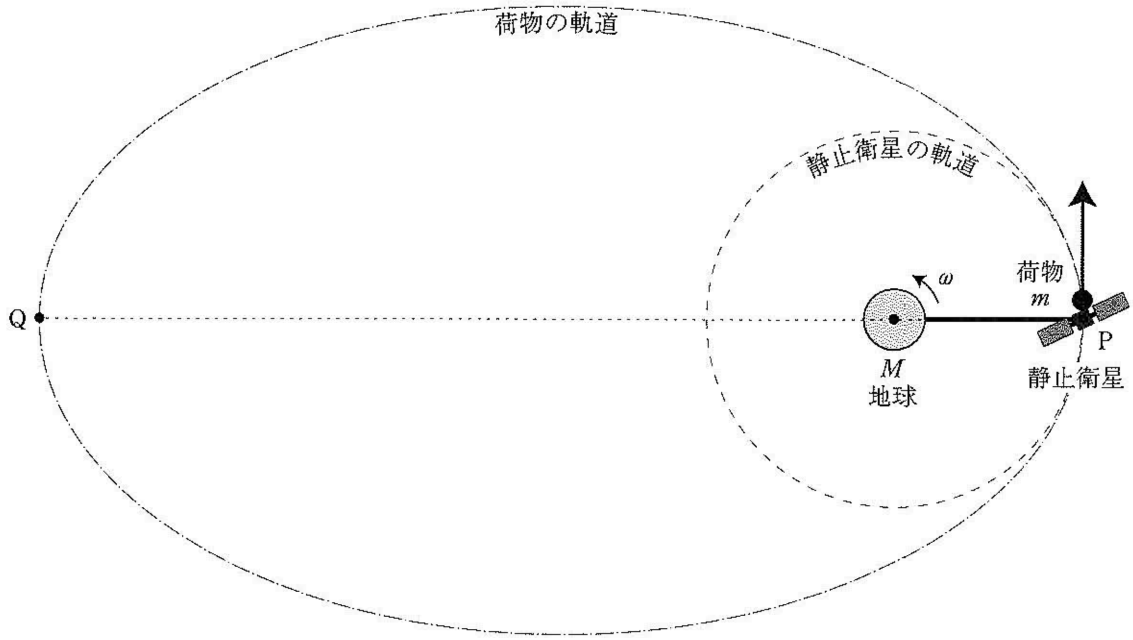


図2

問4　点Qと地球の中心との間の距離をケプラーの第2法則を用いて求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\dfrac{\{(GM\omega)^{\frac{1}{3}}+v\}^2}{(GM\omega)^{\frac{2}{3}}+2(GM\omega)^{\frac{1}{3}}v+v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

b．$\dfrac{\{(GM\omega)^{\frac{1}{3}}+v\}^2}{(GM\omega)^{\frac{2}{3}}+2(GM\omega)^{\frac{1}{3}}v-v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

c．$\dfrac{\{(GM\omega)^{\frac{1}{3}}+v\}^2}{(GM\omega)^{\frac{2}{3}}-2(GM\omega)^{\frac{1}{3}}v+v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

d．$\dfrac{\{(GM\omega)^{\frac{1}{3}}+v\}^2}{(GM\omega)^{\frac{2}{3}}-2(GM\omega)^{\frac{1}{3}}v-v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

e．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega+2\sqrt{GM\omega}\cdot v+v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

f．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega+2\sqrt{GM\omega}\cdot v-v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

g．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega-2\sqrt{GM\omega}\cdot v+v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

h．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega-2\sqrt{GM\omega}\cdot v-v^2}\left(\dfrac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

i．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega+2\sqrt{GM\omega}\cdot v+v^2}\sqrt{\dfrac{GM}{\omega^2}}$

j．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega+2\sqrt{GM\omega}\cdot v-v^2}\sqrt{\dfrac{GM}{\omega^2}}$

k．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega-2\sqrt{GM\omega}\cdot v+v^2}\sqrt{\dfrac{GM}{\omega^2}}$

l．$\dfrac{(\sqrt{GM\omega}+v)^2}{GM\omega-2\sqrt{GM\omega}\cdot v-v^2}\sqrt{\dfrac{GM}{\omega^2}}$

問 5　発射された荷物が地球を 1 周する間に静止衛星は地球を n 周し，点 P で荷物は静止衛星に回収された。このときの静止衛星の速さに対する v の比（v/静止衛星の速さ）をケプラーの第 3 法則を用いて求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\sqrt{1+\dfrac{1}{n}}$　　b．$\sqrt{1-\dfrac{1}{n}}$　　c．$\sqrt{2+\dfrac{1}{n}}-1$　　d．$\sqrt{2-\dfrac{1}{n}}-1$

e．$\sqrt{1+n^{-\frac{1}{2}}}$　　f．$\sqrt{1-n^{-\frac{1}{2}}}$　　g．$\sqrt{2+n^{-\frac{1}{2}}}-1$　　h．$\sqrt{2-n^{-\frac{1}{2}}}-1$

i．$\sqrt{1+n^{-\frac{2}{3}}}$　　j．$\sqrt{1-n^{-\frac{2}{3}}}$　　k．$\sqrt{2+n^{-\frac{2}{3}}}-1$　　l．$\sqrt{2-n^{-\frac{2}{3}}}-1$

次に，図 2 において荷物を発射する際，静止衛星に対する荷物の相対速度の大きさを v' として発射したところ，荷物は無限遠へと遠ざかった。以下の問 6 に答えなさい。

問 6　v' の最小値を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\sqrt{GM\omega}$　　b．$(\sqrt{2}-1)\sqrt{GM\omega}$　　c．$\sqrt{2GM\omega}$

d．$(GM\omega)^{\frac{1}{3}}$　　e．$(\sqrt{2}-1)(GM\omega)^{\frac{1}{3}}$　　f．$\sqrt{2}(GM\omega)^{\frac{1}{3}}$

g．$\sqrt{\dfrac{GM}{\omega}}$　　h．$(\sqrt{2}-1)\sqrt{\dfrac{GM}{\omega}}$　　i．$\sqrt{\dfrac{2GM}{\omega}}$

j．$\left(\dfrac{GM}{\omega}\right)^{\frac{1}{3}}$　　k．$(\sqrt{2}-1)\left(\dfrac{GM}{\omega}\right)^{\frac{1}{3}}$　　l．$\sqrt{2}\left(\dfrac{GM}{\omega}\right)^{\frac{1}{3}}$

［Ⅱ］

図1のように，抵抗値 50 Ω の抵抗 R_1，抵抗値 20 Ω の抵抗 R_2，抵抗値 20 Ω の抵抗 R_3，可変抵抗 R_4，抵抗値 40 Ω の抵抗 R_5 と電池Eとスイッチ S を接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとし，R_5 に流れる電流 I_5〔A〕は図の矢印の向きを正とする。はじめ，S は閉じられていた。以下の問1～問4に答えなさい。

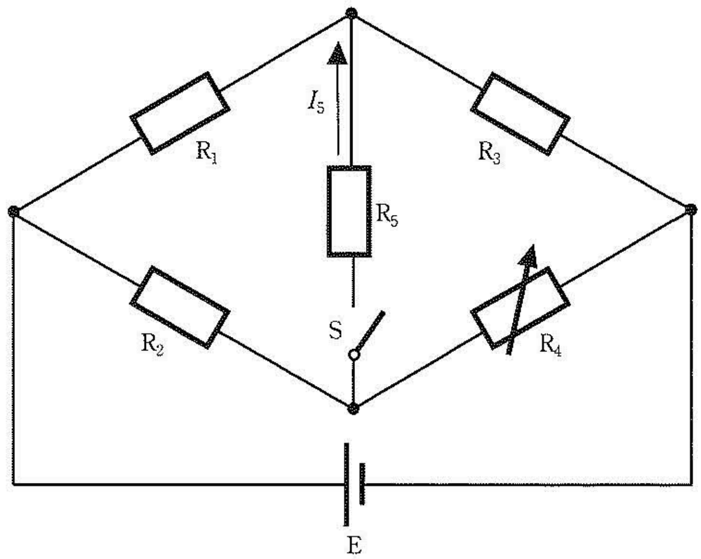


図1

問1　R_4 の抵抗値をある値にしたところ，$I_5 = 0$ となった。このときの抵抗値〔Ω〕を求め，以下の中からもっともふさわしいものを一つ選びなさい。

a．0　b．4.0　c．5.0　d．6.0　e．7.0　f．8.0　g．9.0　h．10
i．20　j．30　k．40　l．50　m．60　n．70　o．80　p．90

問2　R_4 の抵抗値を 50 Ω にして，S を開いた。このとき，S の端子間の電圧は 3.0 V であった。E の起電力〔V〕を求め，以下の中からもっともふさわしいものを一つ選びなさい。

a．1.0　b．3.0　c．5.0　d．7.0　e．9.0　f．11　g．13
h．15　i．17　j．19　k．21　l．23　m．25　n．27

問3　続いて S を閉じた。このときの I_5〔A〕を求め，以下の中からもっともふさわしいものを一つ選びなさい。

a．0.022　b．0.044　c．0.066　d．0.075　e．0.088　f．0.13
g．0.15　h．0.18　i．0.20　j．0.22　k．0.24　l．0.26

問4　R_1，R_2，R_3，R_4，R_5 の消費電力〔W〕の合計を求め，以下の中からもっともふさわしいものを一つ選びなさい。

a．0.15　b．0.31　c．0.46　d．0.61　e．0.77　f．0.92　g．1.1
h．1.2　i．1.3　j．1.4　k．1.5　l．1.6　m．1.7　n．1.8

図2のように，抵抗値 R_1 の抵抗 $\mathrm{R_1}$，抵抗値 R_2 の抵抗 $\mathrm{R_2}$，抵抗値 R_3 の抵抗 $\mathrm{R_3}$，抵抗値 R_4 の抵抗 $\mathrm{R_4}$ と起電力 E の電池Eと検流計Gを接続した。電池の内部抵抗と検流計の内部抵抗は無視できるものとする。図3の回路は図2の回路における電池と検流計を置きかえたものである。図2のGに流れる電流 I_G と図3のGに流れる電流 I_G' はいずれも図の矢印の向きを正とする。以下の問5と問6に答えなさい。

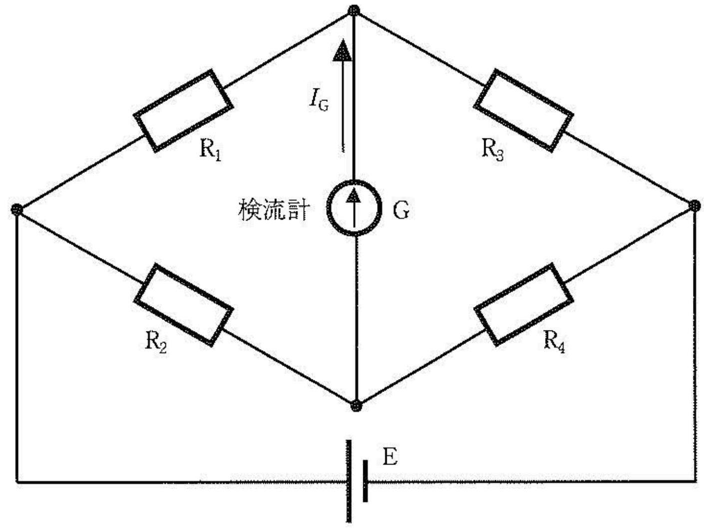


図2

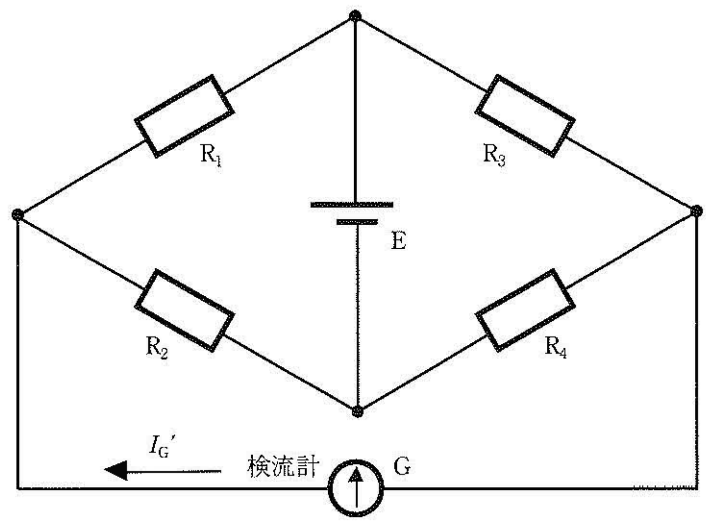


図3

問 5　I_G を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. $\dfrac{E(R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

b. $\dfrac{E(R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

c. $\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

d. $\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

e. $\dfrac{E(R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

f. $\dfrac{E(R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

g. $\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

h. $\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

i. $-\dfrac{E(R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

j. $-\dfrac{E(R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

k. $-\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

l. $-\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

m. $-\dfrac{E(R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

n. $-\dfrac{E(R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

o. $-\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 + R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

p. $-\dfrac{E(2R_1R_3 + R_1R_4 - R_2R_3)}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

問 6　$I_G - I_G'$ を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a. 0

b. $\dfrac{ER_1R_2}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

c. $\dfrac{ER_1R_3}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

d. $\dfrac{ER_1R_4}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

e. $\dfrac{ER_2R_3}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

f. $\dfrac{ER_1R_2}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

g. $\dfrac{ER_1R_3}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

h. $\dfrac{ER_1R_4}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

i. $\dfrac{ER_2R_3}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

j. $-\dfrac{ER_1R_2}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

k. $-\dfrac{ER_1R_3}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

l. $-\dfrac{ER_1R_4}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

m. $-\dfrac{ER_2R_3}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4}$

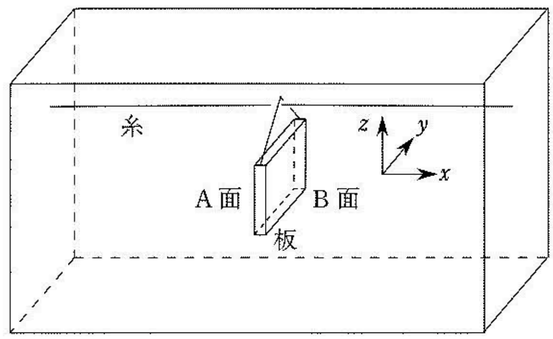
n. $-\dfrac{ER_1R_2}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

o. $-\dfrac{ER_1R_3}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

p. $-\dfrac{ER_1R_4}{R_1R_2R_3 + R_1R_2R_4 - R_1R_3R_4 - R_2R_3R_4}$

[Ⅲ]

密閉された体積 V の容器の中に n モルの気体が入っている。この気体は理想気体とみなすことができ，十分希薄で分子どうしの衝突は考えないでよい。図のように，容器中に糸が水平にぴんと張られている。糸には板がつるされており，この板のA面，B面は糸に垂直でそれぞれの面積は S である。糸の方向を x 軸とし，水平面上で x 軸に垂直な方向を y 軸，鉛直方向を z 軸とする。気体分子の質量を m，アボガドロ定数を N_A，気体定数を R とする。以下では，実数 α，ε について，$|\varepsilon|$ が1に比べて十分小さいとき，近似式 $(1+\varepsilon)^{\alpha} \fallingdotseq 1+\alpha\varepsilon$ を用いてよい。



図

簡単にするために，容器中の分子の $\frac{1}{3}$ ずつが，x，y，z 軸に平行に移動するものとする。全分子は共通の速さ v で，各軸方向について，正の方向に進む速度 $+v$ の分子と負の方向に進む速度 $-v$ の分子は同数あったとする。

板は動かないものとして以下の問1と問2に答えなさい。

問1　単位時間に板の片方の面（A面またはB面）に衝突する分子の数を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\dfrac{nN_AS}{V}$　b．$\dfrac{nN_AS}{2V}$　c．$\dfrac{nN_AS}{3V}$　d．$\dfrac{nN_AS}{6V}$

e．$\dfrac{nN_ASv}{V}$　f．$\dfrac{nN_ASv}{2V}$　g．$\dfrac{nN_ASv}{3V}$　h．$\dfrac{nN_ASv}{6V}$

i．$\dfrac{nN_ASv^2}{V}$　j．$\dfrac{nN_ASv^2}{2V}$　k．$\dfrac{nN_ASv^2}{3V}$　l．$\dfrac{nN_ASv^2}{6V}$

問2　気体分子が板の面に弾性衝突するものとして，気体が面に及ぼす単位面積当たりの力，すなわち，容器内の気体の圧力 P を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\dfrac{nN_Am}{V}$　b．$\dfrac{nN_Am}{2V}$　c．$\dfrac{nN_Am}{3V}$　d．$\dfrac{nN_Am}{6V}$

e．$\dfrac{nN_Amv}{V}$　f．$\dfrac{nN_Amv}{2V}$　g．$\dfrac{nN_Amv}{3V}$　h．$\dfrac{nN_Amv}{6V}$

i．$\dfrac{nN_Amv^2}{V}$　j．$\dfrac{nN_Amv^2}{2V}$　k．$\dfrac{nN_Amv^2}{3V}$　l．$\dfrac{nN_Amv^2}{6V}$

容器内の気体の絶対温度を T とする。板の x 軸負側のA面を加熱し，絶対温度 T'（$> T$）にした。ただし，板の x 軸正側のB面は気体と同じ絶対温度 T のままであった。ここで，気体分子はA面とB面に衝突する際に，弾性衝突するのではなく，板面にいったん吸着され，板面の絶対温度に対応する速さで脱離するものとする。例えば，A面に吸着された分子は，絶対温度 T' の理想気体分子の2乗平均速度でA面から垂直に飛び出す。ただし，吸着から脱離までの時間は無視することができ，吸着された分子数と脱離する分子数はつり合っているとみなしてよい。また，加熱後の板の両面の温度と気体の温度は変化しないものとし，衝突後，速さを変えた分子と板の再衝突は考えない。

板は動かないものとして，以下の問3と問4に答えなさい。

問3　気体分子がA面に及ぼす力を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\dfrac{nRS}{2V}T'$　　b．$\dfrac{nRS}{V}T'$　　c．$\dfrac{2nRS}{V}T'$

d．$\dfrac{nRS}{2V}(T'+T)$　　e．$\dfrac{nRS}{V}(T'+T)$　　f．$\dfrac{2nRS}{V}(T'+T)$

g．$\dfrac{nRS}{2V}(T'-T)$　　h．$\dfrac{nRS}{V}(T'-T)$　　i．$\dfrac{2nRS}{V}(T'-T)$

j．$\dfrac{nRS}{2V}(\sqrt{TT'}+T)$　　k．$\dfrac{nRS}{V}(\sqrt{TT'}+T)$　　l．$\dfrac{2nRS}{V}(\sqrt{TT'}+T)$

m．$\dfrac{nRS}{2V}(\sqrt{TT'}-T)$　　n．$\dfrac{nRS}{V}(\sqrt{TT'}-T)$　　o．$\dfrac{2nRS}{V}(\sqrt{TT'}-T)$

問4　板が気体から受ける力を，問2で求めた気体の圧力 P を用いて表し，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。ただし，A面とB面の温度差 $\Delta T = T' - T$ は T に比べて十分小さいものとする。

a．$\dfrac{PS}{4}\cdot\dfrac{\Delta T}{T}$　　b．$\dfrac{PS}{4}\left(1+\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　　c．$\dfrac{PS}{4}\left(1-\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　　d．$\dfrac{PS}{4}\left(1+\dfrac{\Delta T}{2T}\right)$

e．$\dfrac{PS}{2}\cdot\dfrac{\Delta T}{T}$　　f．$\dfrac{PS}{2}\left(1+\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　　g．$\dfrac{PS}{2}\left(1-\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　　h．$\dfrac{PS}{2}\left(1+\dfrac{\Delta T}{2T}\right)$

i．$PS\dfrac{\Delta T}{T}$　　j．$PS\left(1+\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　　k．$PS\left(1-\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　　l．$PS\left(1+\dfrac{\Delta T}{2T}\right)$

次に，板は，糸と垂直を保ったまま糸に沿って摩擦なく動くものとする。板の速度を u （$0 \leqq u < v$）とし，A面とB面の温度差 $\Delta T = T' - T$ は T に比べて十分小さいものとして，以下の問5～問7に答えなさい。

問5　単位時間に(1)A面，(2)B面に衝突する分子数をそれぞれ求め，以下の中から正しいものを一つずつ選びなさい。

(1)，(2)の共通の選択肢：

a．$\dfrac{nN_A S(v-u)}{V}$　b．$\dfrac{nN_A S(v-u)}{2V}$　c．$\dfrac{nN_A S(v-u)}{3V}$　d．$\dfrac{nN_A S(v-u)}{6V}$

e．$\dfrac{nN_A S(v+u)}{V}$　f．$\dfrac{nN_A S(v+u)}{2V}$　g．$\dfrac{nN_A S(v+u)}{3V}$　h．$\dfrac{nN_A S(v+u)}{6V}$

i．$\dfrac{nN_A S(v-u)^2}{V}$　j．$\dfrac{nN_A S(v-u)^2}{2V}$　k．$\dfrac{nN_A S(v-u)^2}{3V}$　l．$\dfrac{nN_A S(v-u)^2}{6V}$

m．$\dfrac{nN_A S(v+u)^2}{V}$　n．$\dfrac{nN_A S(v+u)^2}{2V}$　o．$\dfrac{nN_A S(v+u)^2}{3V}$　p．$\dfrac{nN_A S(v+u)^2}{6V}$

問6　板が気体から受ける力を，問2で求めた気体の圧力 P を用いて表し，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\dfrac{PS}{4}\left\{\left(1+\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{12u}{v}\right\}$　b．$\dfrac{PS}{4}\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{12u}{v}\right\}$　c．$\dfrac{PS}{4}\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}+\dfrac{12u}{v}\right\}$

d．$\dfrac{PS}{2}\left\{\left(1+\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{6u}{v}\right\}$　e．$\dfrac{PS}{2}\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{6u}{v}\right\}$　f．$\dfrac{PS}{2}\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}+\dfrac{6u}{v}\right\}$

g．$PS\left\{\left(1+\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{3u}{v}\right\}$　h．$PS\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{3u}{v}\right\}$　i．$PS\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}+\dfrac{3u}{v}\right\}$

j．$2PS\left\{\left(1+\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{3u}{2v}\right\}$　k．$2PS\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}-\dfrac{3u}{2v}\right\}$　l．$2PS\left\{\left(1-\dfrac{u}{v}\right)\dfrac{\Delta T}{T}+\dfrac{3u}{2v}\right\}$

問7　はじめに静止していた板は，動きはじめた後，やがて等速になった。このときの板の速度 u を求め，以下の中から正しいものを一つ選びなさい。

a．$\dfrac{v}{12}\left(1-\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　b．$\dfrac{v}{6}\left(1-\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　c．$\dfrac{v}{3}\left(1-\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　d．$\dfrac{2v}{3}\left(1-\dfrac{\Delta T}{T}\right)$

e．$\dfrac{v}{12}\cdot\dfrac{\Delta T}{T}$　f．$\dfrac{v}{6}\cdot\dfrac{\Delta T}{T}$　g．$\dfrac{v}{3}\cdot\dfrac{\Delta T}{T}$　h．$\dfrac{2v}{3}\cdot\dfrac{\Delta T}{T}$

i．$\dfrac{v}{12}\left(1+\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　j．$\dfrac{v}{6}\left(1+\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　k．$\dfrac{v}{3}\left(1+\dfrac{\Delta T}{T}\right)$　l．$\dfrac{2v}{3}\left(1+\dfrac{\Delta T}{T}\right)$

〔以　下　余　白〕