

## 〔万有引力のもとでの運動〕

### 【1】1999年度 本試験 物理 IA 第3問 A

ガリレイからニュートンまでの百年足らずの間に、力学と天文学は急速に発展した。そして、この時期になされた研究は、それぞれ独立になされたのではなく、密接に関連していた。このことは、次のように考えれば明らかになる。

まずガリレイが発見した落体の法則によると、静止状態から落下しはじめた物体の落下距離は□1□の2乗に比例している。

ほぼ同時期のケプラーは、ティコ・ブラーエの観測データから惑星運動の3法則を発見した。それはコペルニクスによって提唱された□2□をさらに確かにするものだった。とくに太陽のまわりを回っているある惑星が太陽から遠くにあるときは、近くにあるときと比べて速さが□3□ことに気づいた。このことは惑星の軌道が□4□であるという発見につながり、円運動が自然だとするそれまでの考えを否定することになった。

ニュートンはケプラーの法則を研究して次のように推測した。月が地球のまわりを回転し、惑星が太陽のまわりを回転しており、もし中心に向かって引き付けるものがなければ、月や惑星は□5□のために接線方向に遠くへ飛んでいってしまうだろう。実際には月や惑星は飛び去ることはないから、それらは中心に向かって引き付けられている。つまり、絶えず落ち続けて軌道上に引き止められていると考えればよい。これは□6□と惑星をその軌道に引き止めている力が同じものであると考えるもとになり、万有引力の法則が発見されたのである。

したがって、ニュートンの研究は、ガリレイやケプラーの研究を総合したものであり、地上の物体についての力学と天体についての力学が同じものであることを示したといえる。

問1 前の文章中の空欄□1□～□5□に入れるのに最も適当なものを、次の①～④のうちから一つずつ選べ。

- |        |         |        |
|--------|---------|--------|
| ① 加速度  | ② 時間    | ③ 距離   |
| ④ 地動説  | ⑤ 天動説   | ⑥ 等時性  |
| ⑦ 慣性   | ⑧ 同じである | ⑨ 速くなる |
| ⑩ 遅くなる | Ⓐ 楕円    | Ⓑ 円    |
| Ⓒ 放物線  | Ⓓ 双曲線   |        |

問2 前の文章中の空欄□6□に入れるのに最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 斜面上に置いた物体をすべり落とさずに引き止める摩擦力
- ② 電気を帯びた物体同士が互いに引き合う力
- ③ 磁石が互いに引き合う力
- ④ 原子の中の電子が原子核に引き止められている力
- ⑤ 地上の物体を落下させる力

【2】2003年度 本試験 物理IA 第4問 B

地球をまわる軌道を周回している人工衛星から、鉄球をつかんだマジックハンド(遠隔操作の腕)を真後ろに突き出して、静かに鉄球を放した。その後、鉄球はどんな運動をするか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 放した点から地球の中心に向かってまっすぐに落ちていく。
- ② 放した点にそのまま静止し、人工衛星から離れていく。
- ③ 放した点を通る軌道の接線に沿って、まっすぐ飛んでいく。
- ④ 人工衛星の後を追って一緒に地球をまわる。

【3】1995年度 追試験 物理 第2問

図2のように、人工衛星が地球の中心を中心とする半径  $r$  の円軌道を一定の速さ  $v$  で回っている。人工衛星の質量を  $m$ 、地球の半径を  $R$ 、地球の質量を  $M$ 、万有引力定数を  $G$  とし、地球は静止しているものとする。次の問い(問1～5)に答えよ。

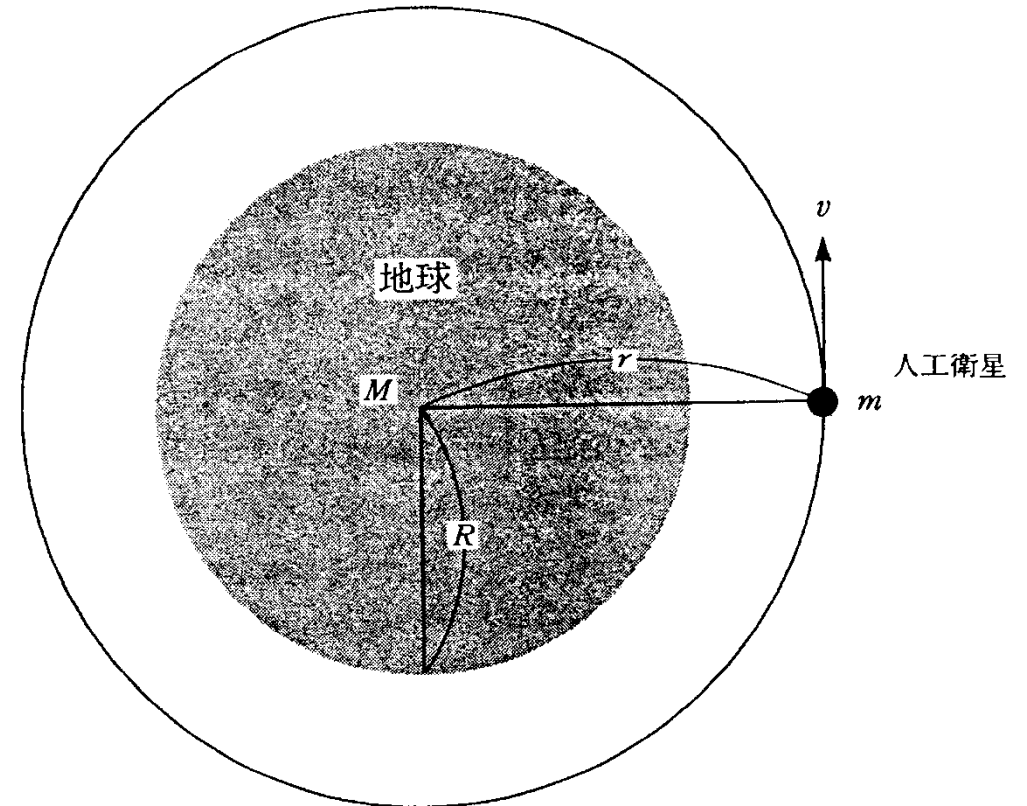
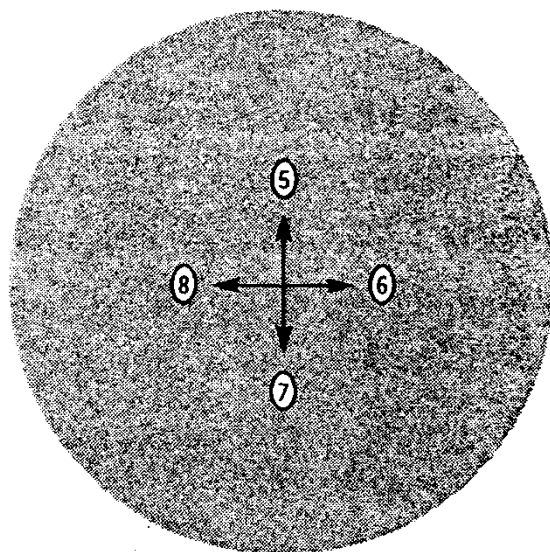


図 2

問1 図2の人工衛星に働く力の向きは、次の図の①～④のどの矢印で表されるか。 8

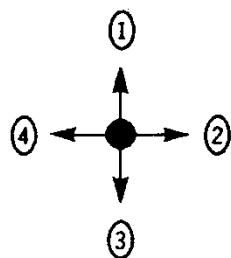
また、この力の反作用を地球の中心に働く一つの力で表したとき、その向きは、次の図の⑤～⑧のどの矢印で表されるか。 9

9 の解答群



地球

8 の解答群



人工衛星

問2 人工衛星に働く力の大きさはいくらか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選べ。

- ①  $\frac{GmM}{(r-R)^2}$       ②  $\frac{GmM}{r^2}$   
 ③  $\frac{GmM}{R^2}$       ④  $\frac{GmM}{(r+R)^2}$

問3 人工衛星の加速度の大きさはいくらか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選べ。

- ①  $\frac{v^2}{r}$       ②  $rv^2$   
 ③  $\frac{v^2}{r^2}$       ④  $r^2v^2$

問4 人工衛星の円運動の周期はいくらか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選べ。

- ①  $\frac{\sqrt{GM}r^3}{2\pi}$       ②  $\frac{GM}{2\pi}\sqrt{r^3}$   
 ③  $\frac{2\pi}{GM}\sqrt{r^3}$       ④  $2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

問5 円軌道をまわる人工衛星の位置エネルギー，運動エネルギーおよび力学的エネルギーと，円軌道の半径  $r$  との関係を表すグラフが図3に描かれている。三つのグラフの正しい組合せを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，位置エネルギーは無限遠で0とする。

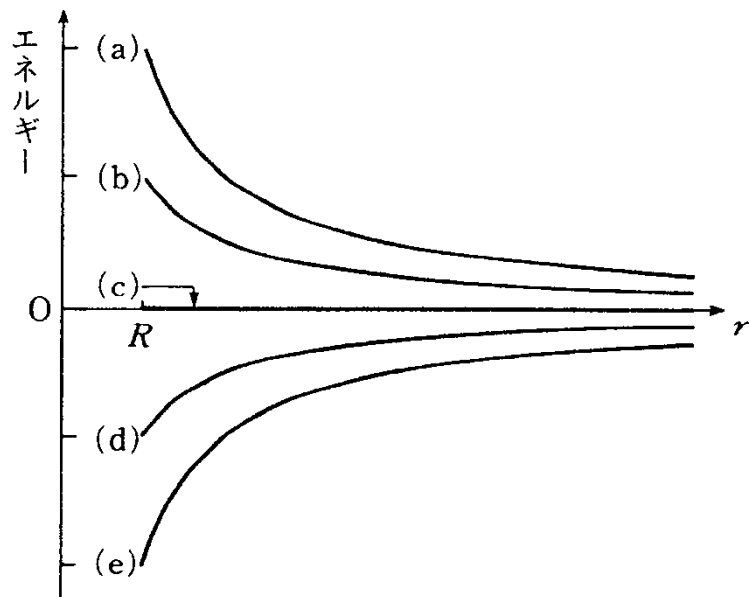


図 3

	位置エネルギー	運動エネルギー	力学的エネルギー
①	(e)	(a)	(c)
②	(e)	(b)	(d)
③	(d)	(b)	(c)
④	(d)	(a)	(b)