

第3問 次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

(配点 25)

全方向に等しく音を出す小球状の音源が、図1のように、点Oを中心として半径 r 、速さ v で時計回りに等速円運動をしている。音源は一定の振動数 f_0 の音を出しており、音源の円軌道を含む平面上で静止している観測者が、届いた音波の振動数 f を測定する。

音源と観測者の位置をそれぞれ点P、Qとする。点Qから円に引いた2本の接線の接点のうち、音源が観測者に近づきながら通過する方を点A、遠ざかりながら通過する方を点Bとする。また、直線OQが円と交わる2点のうち観測者に近い方を点C、遠い方を点Dとする。 v は音速 V より小さく、風は吹いていない。

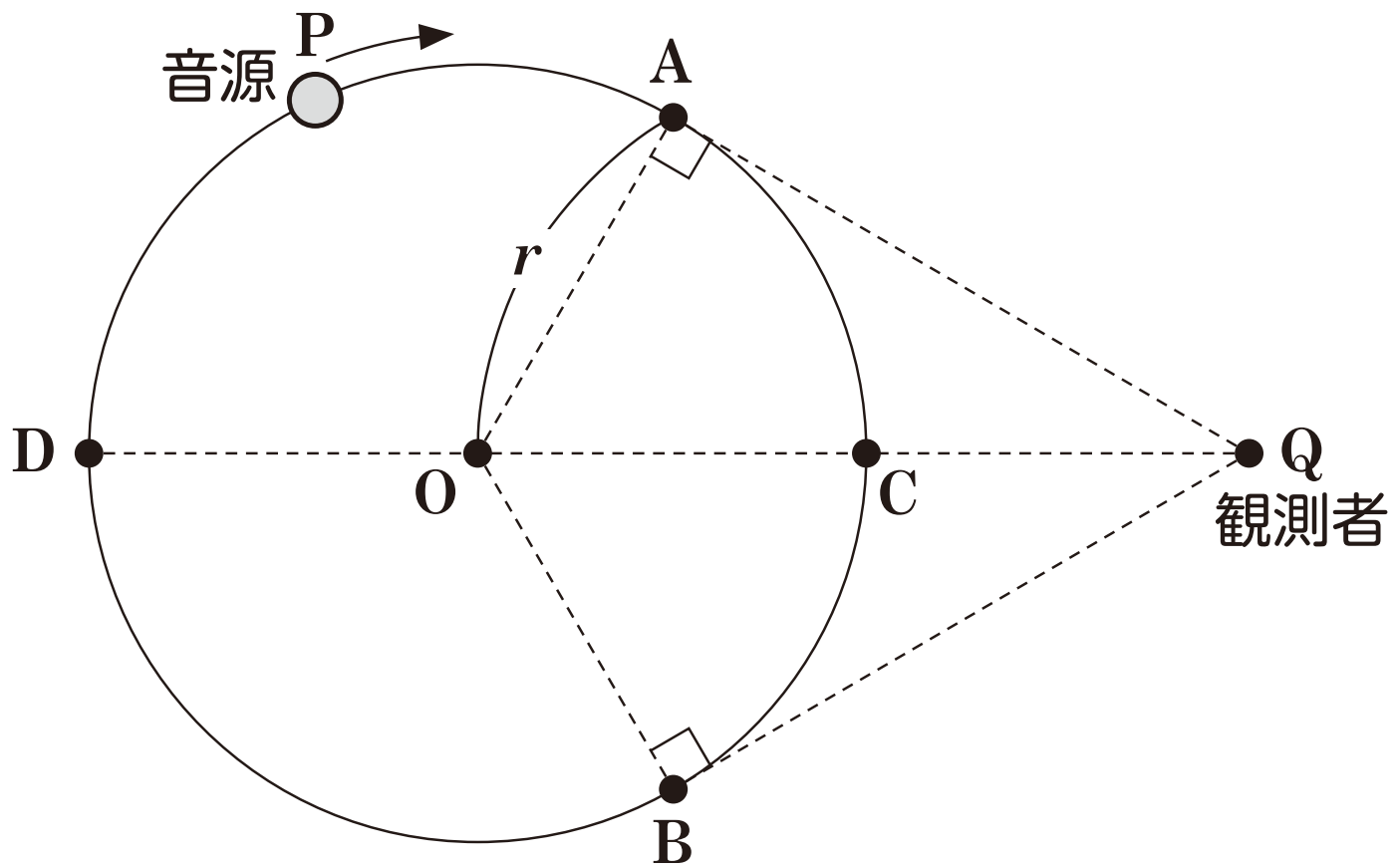


図 1

問 1 音源にはたらいている向心力の大きさと，音源が円軌道を点 C から点 D まで半周する間に向心力がする仕事を表す式の組合せとして正しいものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，音源の質量を m とする。 16

	①	②	③	④	⑤
向心力の大きさ	$mr v^2$	$mr v^2$	0	$\frac{mv^2}{r}$	$\frac{mv^2}{r}$
仕事	$\pi m r^2 v^2$	0	0	$\pi m v^2$	0

問 2 次の文章中の空欄 **17** に入れる語句として最も適当なものを、直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つ選べ。

音源の等速円運動にともなって f は周期的に変化する。これは、音源の速度の直線 PQ 方向の成分によるドップラー効果が起こるからである(図 2)。このことから、 f が f_0 と等しくなるのは、音源が

- 17** {
- ① A
 - ② B
 - ③ C
 - ④ D
 - ⑤ A と B
 - ⑥ C と D
 - ⑦ A, B, C, D
- } を通過したときに出した音

を測定した場合であることがわかる。

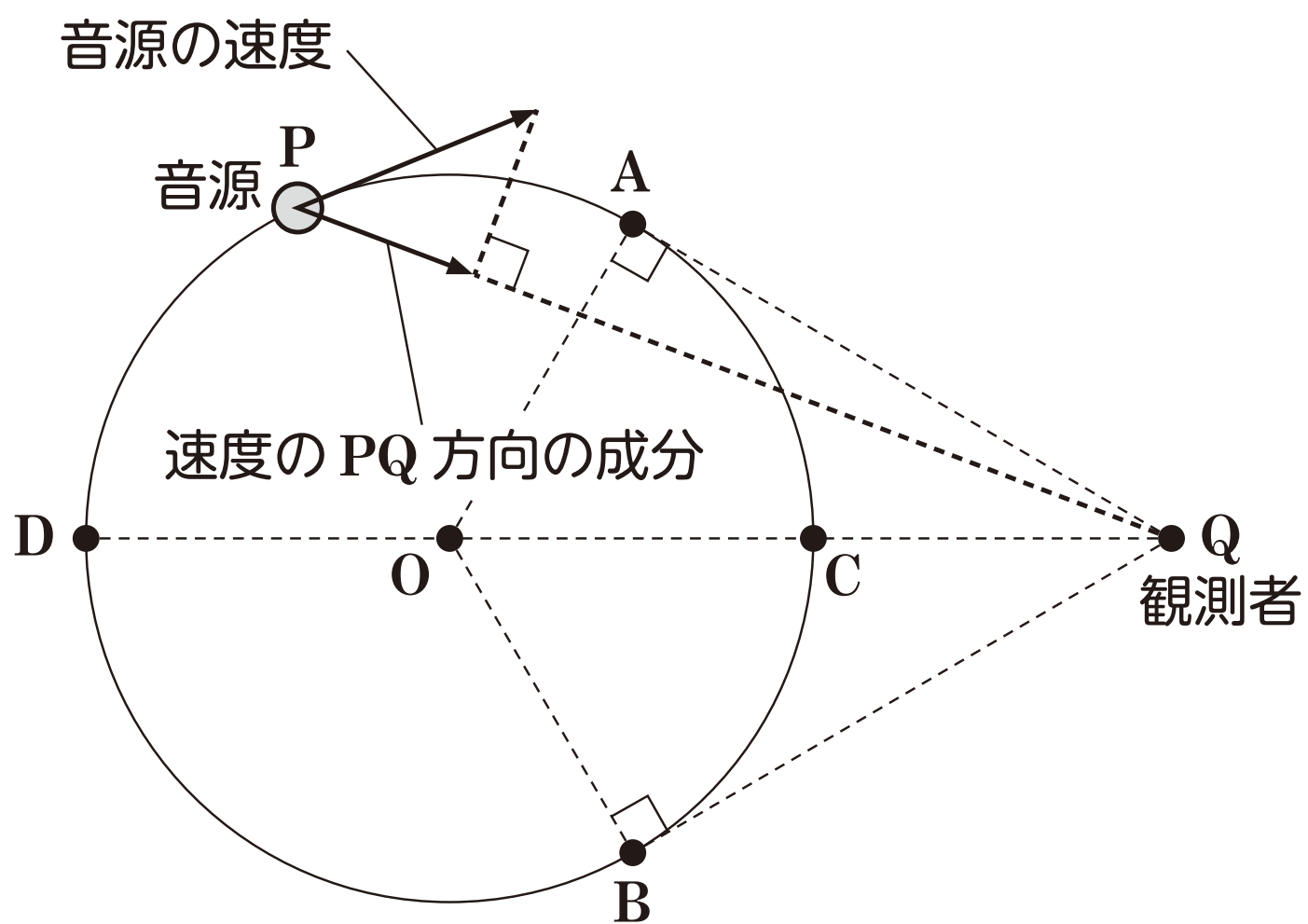


図 2

問 3 音源が点 A, 点 B を通過したときに出した音を観測者が測定したところ, 振動数はそれぞれ f_A, f_B であった。 f_A と音源の速さ v を表す式の組合せとして正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。 18

	f_A	v
①	f_0	$\frac{f_B}{f_A} V$
②	f_0	$\frac{f_A - f_B}{f_A + f_B} V$
③	$\frac{V + v}{V} f_0$	$\frac{f_B}{f_A} V$
④	$\frac{V + v}{V} f_0$	$\frac{f_A - f_B}{f_A + f_B} V$
⑤	$\frac{V}{V - v} f_0$	$\frac{f_B}{f_A} V$
⑥	$\frac{V}{V - v} f_0$	$\frac{f_A - f_B}{f_A + f_B} V$

次に、音源と観測者を入れかえた場合を考える。図3に示すように、音源を点Qの位置に固定し、観測者が点Oを中心時計回りに等速円運動をする。

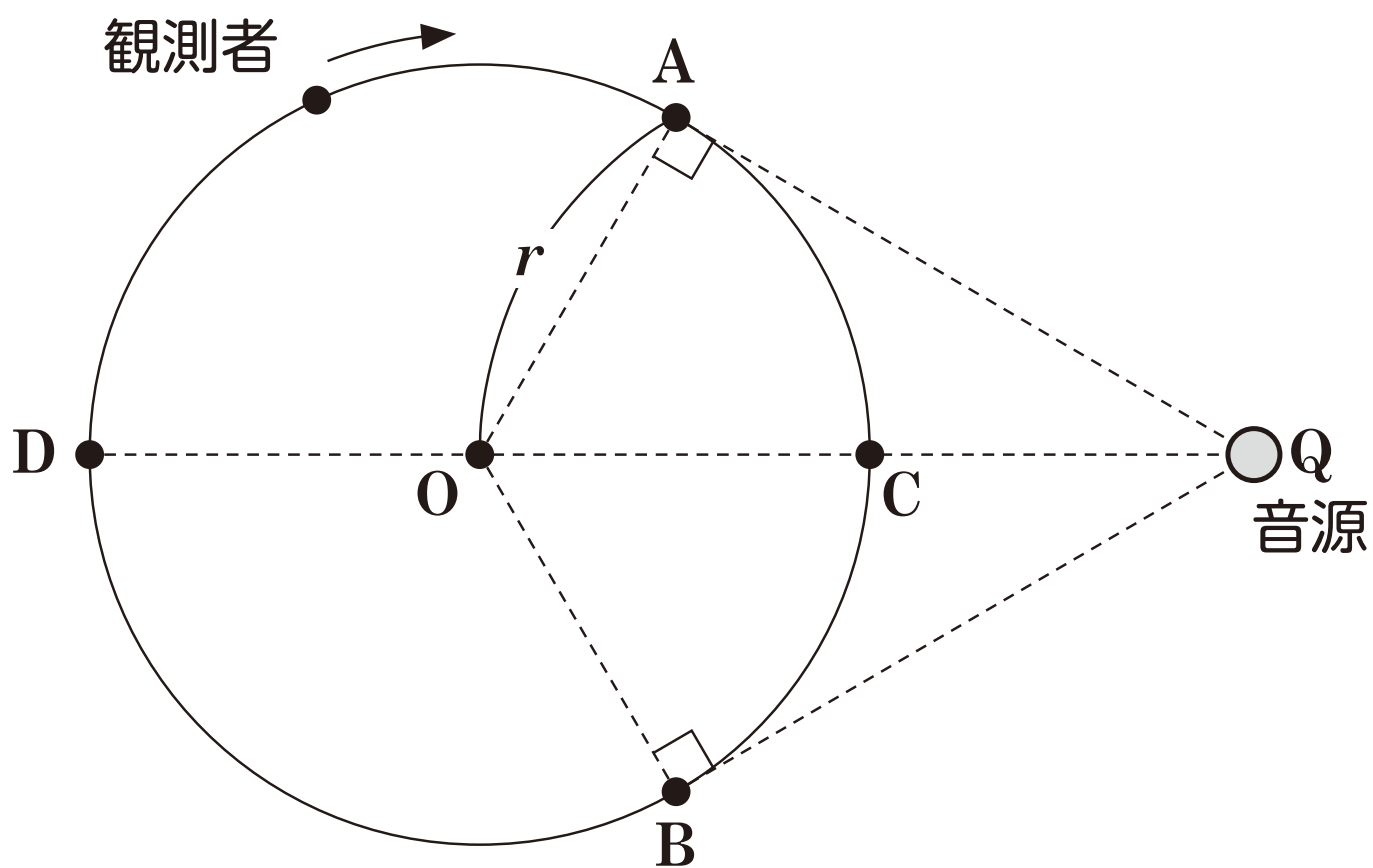


図3

問 4 このとき，等速円運動をする観測者が測定する音の振動数についての記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

19

- ① 点 A において最も大きく，点 B において最も小さい。
- ② 点 B において最も大きく，点 A において最も小さい。
- ③ 点 C において最も大きく，点 D において最も小さい。
- ④ 点 D において最も大きく，点 C において最も小さい。
- ⑤ 観測の位置によらず，常に等しい。

音源が等速円運動している場合(図1)と観測者が等速円運動している場合(図3)の音の速さや波長について考える。

問 5 次の文章(a)~(d)のうち、正しいものの組合せを、後の

①~⑥のうちから一つ選べ。

20

- (a) 図1の場合、観測者から見ると、点Aを通過したときに出した音の速さの方が、点Bを通過したときに出した音の速さより大きい。
- (b) 図1の場合、原点Oを通過する音波の波長は、音源の位置によらずすべて等しい。
- (c) 図3の場合、音源から見た音の速さは、音が進む向きによらずすべて等しい。
- (d) 図3の場合、点Cを通過する音波の波長は、点Dを通過する音波の波長より長い。

① (a)と(b)

② (a)と(c)

③ (a)と(d)

④ (b)と(c)

⑤ (b)と(d)

⑥ (c)と(d)

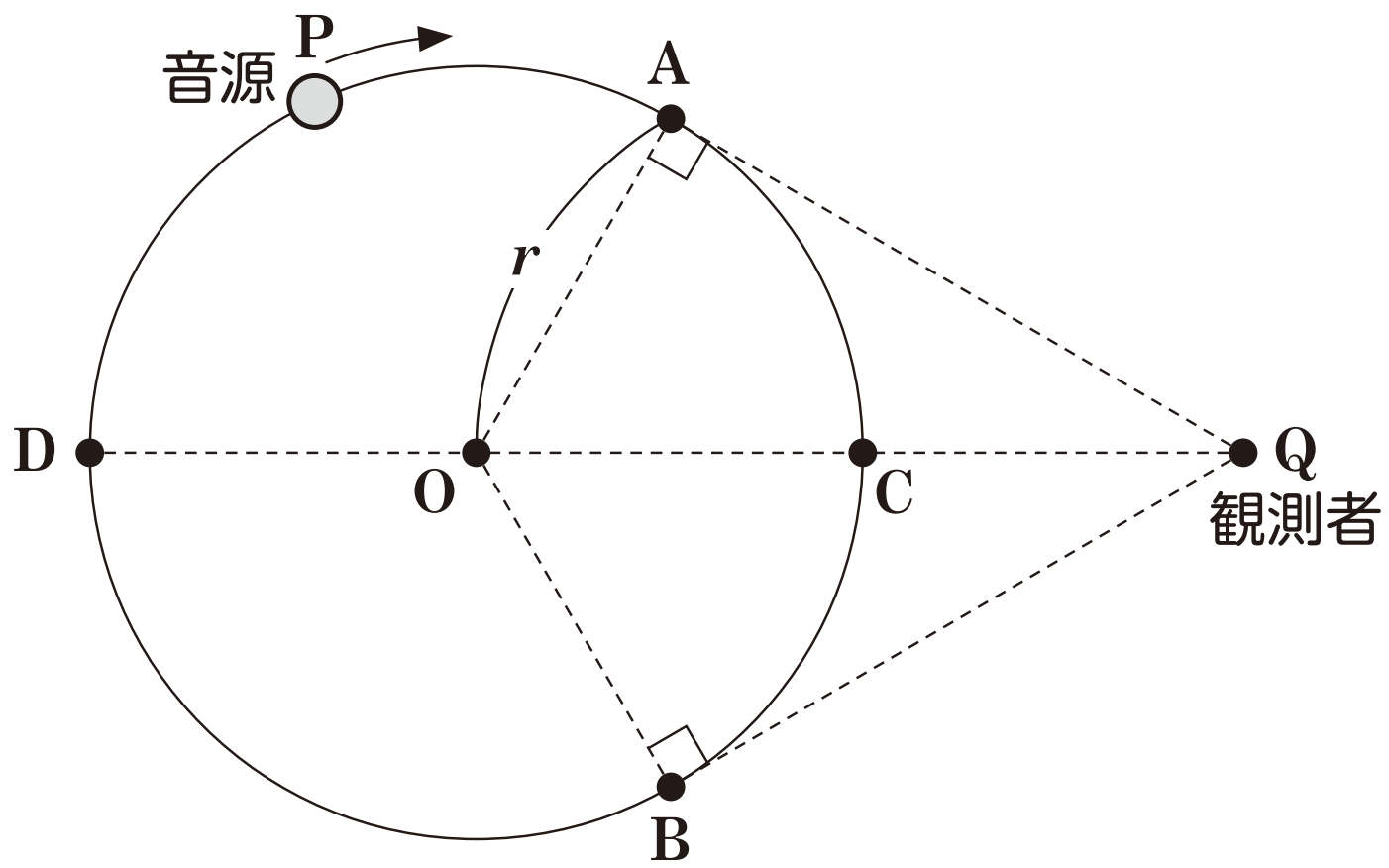


図 1 (再掲)