2023 ズバリ！的中

物理

広島大学

ドップラー効果の導出過程と、波長と振動数を求めるのが一致

入試問題

前期日程
物理〔II〕問1
ア、イ、ウ、エ

〔II〕 問 1　空気中の音の伝わり方について考察する。以下の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{ク}}$ について適切な式を記入せよ。$\boxed{\text{A}}$，$\boxed{\text{B}}$ は適切な式を選択肢から選びその記号を記入せよ。ただし，音源の振動数を f，空気中の音波の速さを V とし，無風の状態として考える。

図 1 に示すように，止まっている観測者に音源が速さ $v(v < V)$ で近づいてくる場合を考える。時間 Δt の間に音波は $\boxed{\text{ア}}$ 進み，その間に音源は $\boxed{\text{イ}}$ 移動する。したがって観測者に届く音波の波長は $\boxed{\text{ウ}}$ と表すことができる。このとき観測者の聞く音の振動数は $\boxed{\text{エ}}$ となる。

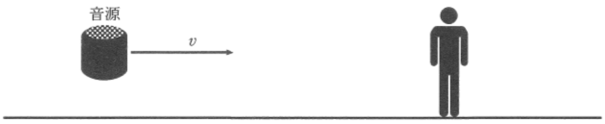

図 1

図 2 に示すように，止まっている音源に速さ $u(u < V)$ で観測者が近づいている場合を考える。この場合観測者からみた音速は $\boxed{\text{オ}}$ と考えることができる。このとき観測者の聞く音の振動数は $\boxed{\text{カ}}$ となる。

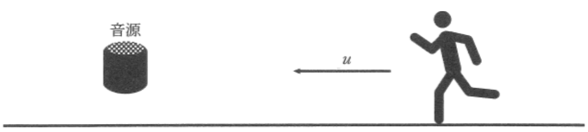

図 2

河合塾

夏期講習
広大物理　第4講
10　ア、ウ、オ、カ

10　ドップラー効果

次の文章中の $\boxed{\text{ア}}$～$\boxed{\text{キ}}$ に入る適切な式を記入せよ。

図のように，音源 1，観測者，音源 2 が直線上に並んでいる。音源 2 と観測者は静止しており，音源 1 は一定の速さ u〔m/s〕で観測者に近づいている。音源 1 は振動数 f_0〔Hz〕の音波を発しており，音源 2 は音波を発していない。音速を V〔m/s〕とし，音源 1 の動く速さは音速に比べて十分に小さく，風はないものとする。

音源 1 が点 A を通過するときに出た波面は，t 秒後に観測者に到達した。点 A と観測者の距離は $\boxed{\text{ア}}$〔m〕である。音波の 1 波長分を 1 個の波と数えると，t 秒間に音源 1 が出した波の数は $\boxed{\text{イ}}$ 個である。また，この間に音源 1 は点 A から $\boxed{\text{ウ}}$〔m〕だけ観測者に近づいているので，音源 1 と観測者との距離は $\boxed{\text{エ}}$〔m〕となる。このとき，音源 1 と観測者とのあいだに波が $\boxed{\text{イ}}$ 個あるので，音波の波長は $\boxed{\text{オ}}$〔m〕となり，観測者が聞く音の振動数は $\boxed{\text{カ}}$〔Hz〕となる。

次に静止している音源 2 が振動数 f_0〔Hz〕の音波を発すると，観測者には音源 1 と音源 2 の音波により 1 Hz のうなりが聞こえた。音源 1 の速さ u は，V，f_0 を用いて $\boxed{\text{キ}}$〔m/s〕となる。

河合塾

図３のように，音源が速さ $v(v < V)$，観測者が速さ $u(u < V)$ で動いており双方が近づいている。また図に示すように音を反射する静止した壁が置かれている。このとき音源から直接観測者に届く音の振動数 f_A は $\boxed{\text{キ}}$ ，壁に反射してから観測者に届く音の振動数 f_B は $\boxed{\text{ク}}$ である。観測者にはうなりが聞こえることがあるが，これを空気中を伝わる音の波の観点から以下のように考察する。

音源から直接観測者に届く音の波を時刻 t の関数として $F_A(t) = F_0 \sin(2\pi f_A t)$，壁に反射してから届く音の波を同様に $F_B(t) = F_0 \sin(2\pi f_B t)$ と表す。ここで F_0 は音の波の振幅である。うなりは $F_A(t)$ と $F_B(t)$ の干渉によっておこるが，このことは観測者に届く音の波を $F_A(t) + F_B(t)$ とし三角関数の積を用いて $\boxed{\text{A}}$ と表すと理解できる。うなりの振動数を f_A，f_B を用いて表すと $\boxed{\text{B}}$ である。

必要に応じて以下の関係式を参考にしてよい。

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta$$
$$\sin(\alpha - \beta) = \sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta$$
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$$
$$\cos(\alpha - \beta) = \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta$$

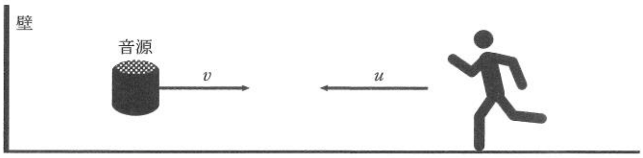

図３

$\boxed{\text{A}}$ ，$\boxed{\text{B}}$ の選択肢

(a)	$2F_0\cos\left\{\dfrac{2\pi(f_A+f_B)t}{2}\right\}\sin\left\{\dfrac{2\pi(f_A+f_B)t}{2}\right\}$						
(b)	$2F_0\cos\left\{\dfrac{2\pi(f_A-f_B)t}{2}\right\}\sin\left\{\dfrac{2\pi(f_A+f_B)t}{2}\right\}$						
(c)	$2F_0\cos\{2\pi(f_A+f_B)t\}\sin\{2\pi(f_A+f_B)t\}$						
(d)	$2F_0\cos\{2\pi(f_A-f_B)t\}\sin\{2\pi(f_A+f_B)t\}$						
(e)	$\dfrac{f_A+f_B}{2}$	(f)	$\dfrac{f_A-f_B}{2}$	(g)	f_A+f_B	(h)	f_A-f_B