

2020年普通高等学校招生全国统一考试

理综物理部分试题

物理教研组

二、选择题:本题共8小题,每小题6分,共48分。在每小题给出的四个选项中,第14~18题只有一项符合题目要求,第19-21题有多项符合题目要求。全部选对的得6分,选对但不全的得3分,有选错的得0分。

14. 行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞,车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体,若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零,关于安全气囊在此过程中的作用,下列说法正确的是

- A. 增加了司机单位面积的受力大小
- B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量
- C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能
- D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

【答案】D

【考点】动量概念,动量定理

【解析】

A. 由 $P = \frac{F}{S}$ 得由于气囊作用,增加了司机的受力面积,从而减少了司机单位面积的受力大小, A 错误;

B. 由于司机碰撞前速度不变,碰撞后速度为零,故碰撞前后司机动量变化量大小为一个定值, B 错误;

C. 气囊对司机做负功,并发生形变,故司机的动能没有全部转换为汽车的动能. C 错误;

D. 由于司机的动量变化量大小一定,由动量定理可得延长了司机的受力时间,气囊减小了司机的受力,同时增大了司机的受力面积.

故选 D.

15. 火星的质量约为地球质量的 $\frac{1}{10}$, 半径约为地球半径的 $\frac{1}{2}$, 则同一物体在火星表面与在地球表面受到的引力的比值约为

- A. 0.2
- B. 0.4
- C. 2.0
- D. 2.5

【答案】B

【考点】万有引力公式

【解析】

由万有引力公式得，同一物体在火星表面与地球表面的万有引力之比

$$k = \frac{GM_{\text{火}}m}{r_{\text{火}}^2} / \frac{GM_{\text{地}}m}{r_{\text{地}}^2} = \frac{M_{\text{火}}r_{\text{地}}^2}{M_{\text{地}}r_{\text{火}}^2}, \text{ 由于 } r_{\text{火}} = \frac{1}{2}r_{\text{地}}, M_{\text{火}} = \frac{1}{10}M_{\text{地}}, \text{ 解得 } k = 0.4.$$

故选 B.

16. 如图，一同学表演荡秋千。已知秋千的两根绳长均为 10m ，该同学和秋千踏板的总质量约为 50kg ，绳的质量忽略不计，当该同学荡到秋千支架的正下方时，速度大小为 8m/s ，

此时每根绳子平均承受的拉力约为

A. 200N

B. 400N

C. 600N

D. 800N



【答案】B

【考点】圆周运动；动能定理

【解析】最低处，根据向心力公式可知， $2T - mg = m\frac{v^2}{R}$ ，解得 $T = 410\text{N}$ ，约为 400N 。

故选 B.

17. 图 (a) 所示的电路中， K 与 L 间接一智能电源，用以控制电容器 C 两端的电压 U_C 。

如果 U_C 随时间 t 的变化如图 (b) 所示，则下列描述电阻 R 两端电压 U_R 随时间 t 变化的图

像中，正确的是

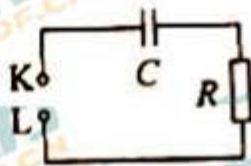


图 (a)

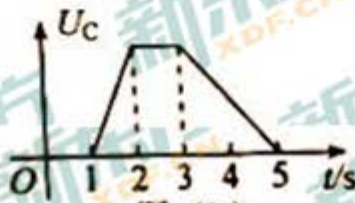
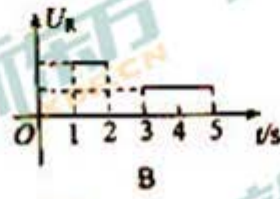


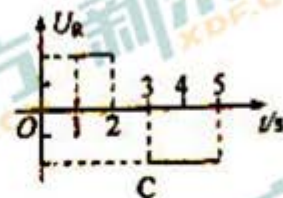
图 (b)



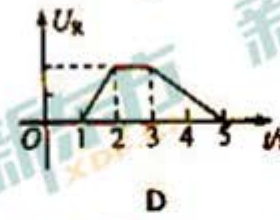
A



B



C



D

【答案】A

【考点】含容电路分析

【解析】

0-1s 由乙可知电容器两端电压为 0，回路中无电流，电阻两端电压为 0；2-3s，电容器电荷量不变，回路中无电流故电阻两端电压也为 0。1-2s 和 3-5s 为电容器充放电过程，电流方向相反，由 $Q=CU$ 可知两个时间段内电荷量变化相同，且 $I = \frac{Q}{t}$ 前者时间短，故电流大，电阻两端电压大。

故选 A。

18. 一匀强磁场的磁感应强度大小为 B ，方向垂直于纸面向外，其边界如图中虚线所示，弧 ab 为半圆， ac 、 bd 与直径 ab 共线， ac 间的距离等于半圆的半径。一束质量为 m 、电荷量为 $q (q > 0)$ 的粒子，在纸面内从 c 点垂直于 ac 射入磁场，这些粒子具有各种速率，不计粒子之间相互作用。在磁场中运动时间最长的粒子，其运动时间为



- A. $\frac{7\pi m}{6qB}$ B. $\frac{5\pi m}{4qB}$ C. $\frac{4\pi m}{3qB}$ D. $\frac{3\pi m}{2qB}$

【答案】C

【考点】带电粒子在磁场中的运动

【解析】

由带电粒子在磁场中运动周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 可知，所有粒子运动周期相同。因此，运动时间最

长的粒子为圆周运动圆弧所对圆心角最大的粒子。由于速度偏转角等于圆心角，所以本题

只需找到速度偏转角最大即可。由几何关系得，当出射点与入射点连线与弧 ab 相切时，有

对应最大圆心角，此时对应的圆心角为 $\frac{4}{3}\pi$ 。最后由公式 $t = \frac{\theta}{2\pi}T$ ，可得结论时间为 $\frac{4\pi m}{3qB}$ 。

故选 C。

19. 下列核反应方程中， X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 代表 α 粒子的有

- A. ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + X_1$
 B. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + X_2$
 C. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3X_3$
 D. ${}^1_0\text{n} + {}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^3_1\text{H} + X_4$

【答案】BD

【考点】原子物理

【解析】

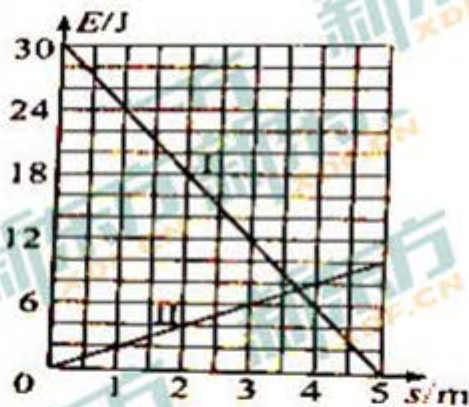
α 粒子为 ${}^4_2\text{He}$ ，则 A 选项： X_1 为 ${}^3_2\text{He}$ ；B 选项： X_2 为 ${}^4_2\text{He}$ ；C 选项： X_3 为 ${}^1_0\text{n}$ ；D 选项：

X_4 为 ${}^4_2\text{He}$ 。

故选 BD。

20. 一物块在高 3.0m ，长 5.0m 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑，其重力势能和动能随

下滑距离 s 的变化如图中直线 I、II 所示。重力加速度取 10m/s^2 ，则



- A. 物块下滑过程中机械能不守恒
 B. 物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5
 C. 物块下滑时加速度的大小为 6.0m/s^2
 D. 当物块下滑 2.0m 时机械能损失了 12J

【答案】AB

【考点】功与机械能

【解析】

A. 由图像可知：下滑过程中有摩擦力做功，机械能不守恒，A 正确；

B. 从开始运动到斜面底端，由动能定理可得： $mgh - \mu mg \cos \theta \cdot s = E_k - 0$ ，解得 $\mu = 0.5$ ，所以 B 正确；

以 B 正确；

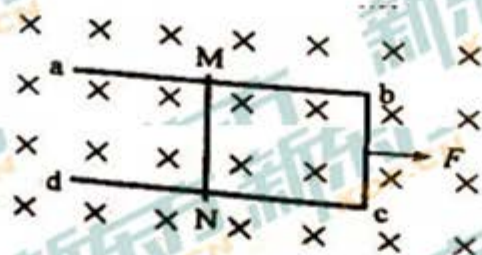
C. 斜面坡度角 $\sin \theta = \frac{3}{5} = 0.6$ ， $\theta = 37^\circ$ ，对物块使用牛顿第二定律：

$mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ = ma$ ，解得 $a = 2\text{m/s}^2$ ；

D. 下滑 $s = 2\text{m}$ 时摩擦力做功 $W_f = -\mu mgs \cos 37^\circ = -8\text{J}$ ，所以机械能损失 8J ，

故选 AB.

21. 如图，U 形光滑金属框 $abcd$ 置于水平绝缘平台上， ab 和 dc 边平行，和 bc 边垂直， ab 、 dc 足够长，整个金属框电阻可忽略。一根具有一定电阻的导体棒 MN 置于金属框上，用水平恒力 F 向右拉动金属框，运动过程中，装置始终处于竖直向下的匀强磁场中， MN 与金属框保持良好接触，且与 bc 边保持平行。经过一段时间后



- A. 金属的速度大小趋于恒定值
- B. 金属框的加速度大小趋于恒定值
- C. 导体棒所受安培力的大小趋于恒定值
- D. 导体棒到金属框 bc 边的距离趋于恒定值

【答案】BC

【考点】电磁感应双杆切割

【解析】

金属框向右运动，切割磁感线产生逆时针方向电流，金属棒受到向右的安培力，开始向右

运动，金属框和金属棒产生相对运动，安培力大小 $F_{安} = \frac{B^2 L^2 \Delta v}{R}$ ，对金属框使用牛顿第二

定律： $F - F_{安} = Ma_1$ ；对金属棒使用牛顿第二定律： $F_{安} = ma_2$ 。由于刚开始运动 $a_1 > a_2$ ，

所以 Δv 变大，安培力变大， a_1 变小， a_2 增大，当 Δv 增大至某一定值时， $a_1 = a_2$ ，此后

金属棒和金属框一起向右做匀加速直线运动， a 相同， v 增大， Δv 不变， $F_{安}$ 恒定，距离

增大，所以 AD 错误，BC 正确。

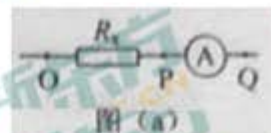
故选 BC

三、非选择题：共 174 分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~38 道为选考题，考生根据要求作答

(一) 必考题：共 129 分

22. (6 分)

某同学用伏安法测量一阻值为几十欧姆的电阻 R_x ，所用电压表的内阻为 $1k\Omega$ ，电流表内阻为 0.5Ω 。该学生采用两种测量方案，一种是将电压表跨接在图 (a) 所示电路的 O、P 两点之间，另一种是

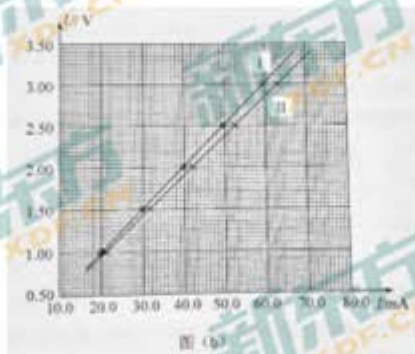


跨接在 O、P 两点之间。测量得到如图 (b) 所示的两条 $U-I$ 图线，其中 U 与 I 分别是电压

表和电流表的示数。

回答下列问题：

(1) 图 (b) 中标记为 II 的图线是采用电压表跨接在_____ (填“O、P”或“O、Q”) 两点的方案测量得到的。



(2) 根据所用实验器材和图 (b) 可判断, 由图线_____ (填“ I ”或“ II ”) 得到的结果更接近待测电阻的真实值, 结果为_____ Ω (保留 1 位小数)。

(3) 考虑到实验中电表内阻的影响, 需对 (2) 中得到的结果进行修正, 修正后待测电阻的阻值为_____ Ω (保留 1 位小数)。

【答案】 (1) O、P (2) I 51.2 Ω (3) 50.7 Ω

【解析】 (1) 当电压表跨接在 O、P 两点时, 电流表外接, 电压准确, 电流测量值为电阻与电压表电流之和, 由 $R = \frac{U}{I}$ 得电阻测量值偏小; 电压表跨接在 O、Q 两点时, 电流表内接, 电流准确, 电压测量值为电阻与电流表电压之和, 电阻测量值偏大, U-I 图像的斜率大小等于电阻测量值, 因此 II 图线为电压表跨接在 O、P 两点测量得到的。

(2) 由图线可得 I 图线测得电阻值 $R_I = \frac{3.00 - 1.00}{(59.0 - 20.0) \times 10^{-3}} \Omega = 51.2 \Omega$, 图线 II 测得电阻

阻值为 $R_{II} = \frac{3.00 - 0.95}{(63.0 - 20.0) \times 10^{-3}} \Omega = 47.6 \Omega$, 被测电阻值约为 50Ω , $\frac{R_V}{R} = \frac{1000}{50} = 20$,

$\frac{R}{R_A} = \frac{50}{0.5} = 100$, 因 $\frac{R_V}{R} < \frac{R}{R_A}$, 电流表采用内接法, 电压表跨接在 O、Q 两点, 测量结果为 51.2Ω 。

(3) 电压表跨接在 O、Q 间, 测得的阻值为电阻与电流表电阻之和, 则 $R = R_I - R_A = (51.2 - 0.5) \Omega = 50.7 \Omega$ 。

【点评】伏安法测电阻的内外接

23. (10分)

某同学用如图所示的实验装置验证动量定理。

所用器材包括：气垫导轨、滑块（上方安装有宽度为 d 的遮光片）、两个与计算机相连接的光电门、砝码盘和砝码等。



实验步骤如下：

(1) 开动气泵，调节气垫导轨，轻推滑块，当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间_____时，可认为气垫导轨水平；

(2) 用天平测砝码与砝码盘的总质量 m_1 、滑块（含遮光片）的质量 m_2 ；

(3) 用细线跨过轻质定滑轮将滑块与砝码盘连接，并让细线水平拉动滑块；

(4) 令滑块在砝码和砝码盘的拉力下从左边开始运动，和计算机连接的光电门能测量初遮光片经过 A、B 两处的光电门的遮光时间 Δt_1 、 Δt_2 及遮光片从 A 运动到 B 所用的时间 t_{12} ；

(5) 在遮光片随滑块从 A 运动到 B 的过程中，如果将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力，拉力冲量的大小 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ ，滑块动量改变量的大小 $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}$ ；（用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示）

(6) 某次测量的带的一组数据为： $d = 1.000\text{cm}$ ， $m_1 = 1.50 \times 10^{-2}\text{kg}$ ， $m_2 = 0.400\text{kg}$ ， $\Delta t_1 = 3.900 \times 10^{-2}\text{s}$ ， $\Delta t_2 = 1.270 \times 10^{-2}\text{s}$ ， $t_{12} = 1.50\text{s}$ ，取 $g = 9.80\text{m/s}^2$ 。计算可得 $I = \underline{\hspace{2cm}}\text{N}\cdot\text{s}$ ， $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ；（结果均保留 3 位有效数字）

(7) 定义 $\delta = \left| \frac{I - \Delta p}{I} \right| \times 100\%$ ，本次实验 $\delta = \underline{\hspace{2cm}}\%$ （保留 1 位有效数字）。

【答案】 (1) 相等 (5) $m_1 g t_{12}$ ， $m_2 \left(\frac{d}{\Delta t_2} - \frac{d}{\Delta t_1} \right)$ ； (6) 0.221，0.212； (7) 4

【解析】

(1) 气垫导轨水平，通过 A、B 点的速度相等，故经过两个光电门的遮光时间相等；

(5) 由冲量的定义可知，拉力冲量的大小等于力乘时间，采用题中所给物理量可知冲量大

小为 $m_1 g t_{12}$ ；经过 A 点的速度为 $\frac{d}{\Delta t_1}$ ，经过 B 点的速度为 $\frac{d}{\Delta t_2}$ ，动量改变量的大小为 $m_2 \left(\frac{d}{\Delta t_2} - \right.$

$$\frac{d}{\Delta t_1})$$

(6) 代入数据, 可得 $I = 0.221 \text{ N} \cdot \text{s}$, $\Delta p = 0.212 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

(7) 代入数据, 可得 $\delta = 4\%$ 。

【点评】 本题重点考查动量定理。

24. (12分)

我国自主研发了运-20 重型运输机。飞机获得的升力大小 F 可用 $F = kv^2$ 描写, k 为系数; v 是飞机在平直轨道上的滑行速度, F 飞机所受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度。已知飞机质量为 $1.21 \times 10^5 \text{ kg}$ 时, 起飞离地速度为 66 m/s ; 装载货物后质量为 $1.69 \times 10^5 \text{ kg}$, 装载货物起飞离地时的 k 值可视为不变。

(1) 求飞机装载货物后的起飞离地速度;

(2) 若飞机装载货物后, 从静止开始匀加速滑行 1521 m 起飞离地, 求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用的时间。

【答案】 (1) 78 m/s (2) 2 m/s^2 39 s

【解析】 (1) 飞机空载时离地速度为 v_0 , 载货物后离地速度为 v_1 , 起飞时重力等于升力

$$m_0 g = kv_0^2$$

$$m_1 g = kv_1^2$$

两式联立得 $v_1 = v_0 \sqrt{\frac{m_1}{m_0}} = 78 \text{ m/s}$

(2) 飞机载货后初速度为 0, 加速度为 a , 时间为 t , 位移 $x = 1521 \text{ m}$,

$$v_1^2 = 2ax$$

$$a = \frac{v_1^2}{2x} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$v_1 = at$$

$$t = \frac{v_1}{a} = 39 \text{ m/s}$$

【点评】考察运动学公式的应用

25. (20分) 在一柱形区域内有匀强电场, 柱的横截面是以 O 为圆心, 半径为 R 的圆, AB 为圆的直径, 如图所示. 质量为 m , 电荷量为 q ($q > 0$) 的带电粒子在纸面内自 A 点先后以不同的速度进入电场, 速度方向与电场的方向垂直. 已知刚进入电场时速度为零的粒子、自圆周上的 C 点以速率 v_0 穿出电场, AC 与 AB 的夹角 $\theta = 60^\circ$. 运动中粒子仅受电场力作用.



(1) 求电场强度的大小;

(2) 为使粒子穿过电场后的动能增量最大, 该粒子进入电场时的速度应为多大?

(3) 为使粒子穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0 , 该粒子进入电场时的速度应为多大?

【答案】 (1) $\frac{mv_0^2}{2qR}$ (2) $\frac{\sqrt{2}}{4}v_0$ (3) $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$

【解析】 (1) 由题意知, 匀强电场的电场线沿 AC 方向, 根据几何关系, $AC = R$

从 A 运动到 C 点, 由动能定理得: $EqR = \frac{1}{2}mv_0^2$ ①

解得: $E = \frac{mv_0^2}{2qR}$ ②

(2) 为使粒子穿过电场后的动能增量最大, 则电场力对粒子做功最多, 即粒子从 D 点射出. 从 A 到 D 粒子做类平抛运动, 设此时从 A 点进入电场的粒子速度为 v_1 , 从 A 到 D 运动时间为 t_1 , 垂直电场线方向粒子做匀速直线运动,

$R\sin 60^\circ = v_1 t_1$ ③

沿电场线方向粒子做匀加速直线运动,

$Eq = ma$ ④

$R\cos 60^\circ + R = \frac{1}{2}at_1^2$ ⑤

联立②③④⑤可得 $v_1 = \frac{\sqrt{2}}{4}v_0$



(3) 由题意知, 刚进入电场时速度为零的粒子穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0 ,

当粒子从B点出射时，粒子穿过电场前后动量变化量的大小也为 mv_0 ，从A到B粒子做类平抛运动，设此时从A点进入电场的粒子速度为 v_2 ，从A到D运动时间为 t_2 ，垂直电场线方向粒子做匀速直线运动，

$$2R \sin 60^\circ = v_2 t_2 \quad \text{⑥}$$

沿电场线方向粒子做匀加速直线运动，

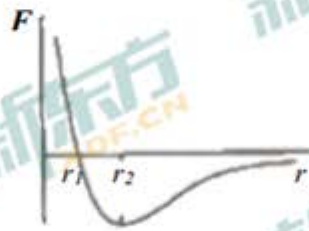
$$R = \frac{1}{2} a t_2^2 \quad \text{⑦}$$

联立⑥⑦可得 $v_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$

【点评】匀强电场、动能定理、类平抛运动、动量

33. 【物理——选修3-3】（15分）

(1) (5分) 分子间作用力 F 与分子间距 r 的关系如图所示， $r=r_1$ 时， $F=0$ ，分子间势能由 r 决定，规定两分子相距无穷远时分子间的势能为零。若一分子固定于原点 O ，另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动，在两分子间距减小到 r_2 的过程中，势能_____（填“减小”“不变”或“增大”）。在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中，势能_____（填“减小”“不变”或“增大”）；在间距等于 r_1 处，势能_____（填“大于”“等于”或“小于”）零。



【答案】(1) 减小；减小；小于

【考点】分子间作用力；分子势能

【解析】

当分子间的距离大于平衡距离 r_1 时，分子间作用力表现为引力，所以当分子从无穷远处靠近时，分子引力做正功，分子势能减小，故势能一直减少，又规定无穷远处为零势能点，故 r_1 势能小于零。

(2) (10分) 甲、乙两个储气罐储存有同种气体(可视为理想气体), 甲管的容积为 V , 罐中气体的压强为 P ; 乙罐的容积为 $2V$, 罐中气体的压强为 $\frac{P}{2}$ 。现通过连接两罐的细管把甲罐中的部分气体调配到乙罐中去, 两罐中气体温度相同且在调配过程中保持不变, 调配后两罐中气体的压强相等。求调配后

(i) 两罐中气体的压强:

(ii) 甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比。

答案: (i) $\frac{2}{3}P$ (ii) 2:3

考点: 气体状态方程

(i) 解析: (i) 两个气罐连通之后, 温度不变, 由等温变化可得:

$$P \cdot V + \frac{P}{2} \cdot 2V = P_0(V + 2V)$$

由上式可得, $P_0 = \frac{2}{3}P$

(ii) 有气体状态方程 $PV = nRT$ 可得, 甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比等效于物质的量之比。

连通前 $PV = n_1RT$

连通后 $\frac{2}{3}PV = n_2RT$

所以质量之比为 2:3

34. 【物理——选修 3-5】 (15分)

(1) (5分) 在下列现象中, 可以用多普勒效应解释的有_____。(填正确答案标号, 选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分; 每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 雷雨天看到闪电后, 稍过一会儿才能听到雷声
- B. 超声波被血管中的血流反射后, 探测器接收到的超声波频率发生变化
- C. 观察者听到远去的列车发出的汽笛声, 音调会变低
- D. 同一声源发出的声波, 在空气和水中传播的速度不同
- E. 天文学上观察到双星(相距较近、均绕它们连线上某点做圆周运动的两颗恒星)

光谱随时间的周期性变化

【答案】BCE

【考点】多普勒效应

【解析】

多普勒效应解释的是同一波，波的发出频率与接收波的频率关系，A选项是声波和光波传播速度的关系，错误，B选项是同一个超声波的发出频率与接收频率的区别故正确，C选项是同一个声波发出与接受频率的区别故正确，D选项同一列波在不同介质中传播速度不同，但是频率不变的，故错误，E选项是同一列光波的发出和接受频率的不同形成了光谱，故正确。

34. (2) 一振动片以频率 f 做简谐振动时，固定在振动片上的两根细杆同步周期性地触动水面上 a 、 b 两点，两波源发出的波在水面上形成的稳定的干涉图样。c 是水面上的一点， a 、 b 、 c 间的距离均为 l ，如图所示，已知除 c 点外，在 ac 连线上还有其他振幅极大的点，其中距 c 最近的点到 c 的距离为 $\frac{3}{8}l$ 。求

(1) 波的波长

(2) 波的传播速度



【答案】(i) $\frac{1}{4}l$ (ii) $\frac{3}{4}lf$

【解析】(i) 根据题意，在 ac 上距 c 点 $\frac{3}{8}l$ 处的点为振动加强点，设该点为 d ， a 、 b 两波源到 d 点的波程差为 Δx

$$\Delta x = bd - ad = \lambda$$

由余弦定理的 $bd = \sqrt{ad^2 + ab^2 - 2ab \cdot ad \cos 60^\circ} = \frac{7}{8}l$, $ad = l - \frac{3}{8}l = \frac{5}{8}l$

联立的 $\lambda = \frac{1}{4}l$

(ii) 播速 $v = \lambda f = \frac{1}{4}lf$

[点评] 本题考查波的干涉, 播速的计算