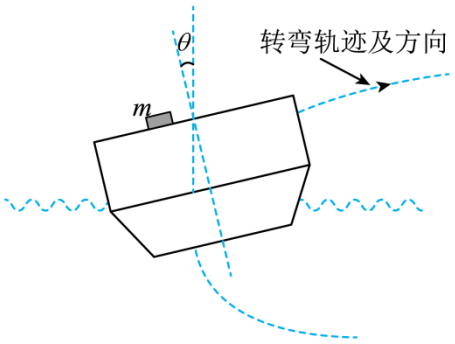
# 科技与时事热点

## 模块一　力学

题目 1 (2024·浙江温州·二模) 如图甲所示，一艘正在进行顺时针急转弯训练的航母，运动轨迹可视作半径为 $R$ 的水平圆周。航母在圆周运动中，船身发生了向外侧倾斜，且甲板法线与竖直方向夹角为 $\theta$，船体后视简图如图乙所示。一质量为 $m$ 的小物块放在甲板上，与甲板始终保持相对静止，两者之间的动摩擦因数为 $\mu(\mu>\tan\theta)$。假设航母的运动半径 $R$、夹角 $\theta$ 不随航速改变，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。下列说法正确的是（　　）



甲




乙

A. 航母对小物块的支持力 $F_N=mg\cos\theta$

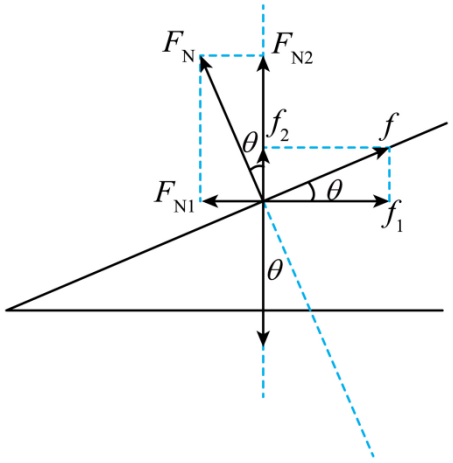
B. 小物块可能只受重力、支持力两个力作用

C. 航母的航速越大，则小物块受到的摩擦力越大

D. 航母的最大航速 $v=\sqrt{\dfrac{\mu-\tan\theta}{1+\tan\theta}gR}$

【答案】$C$

【详解】$AB$．根据题意可知，小物块做圆周运动，一定受到重力、支持力、摩擦力，通过正交分析法如图所示

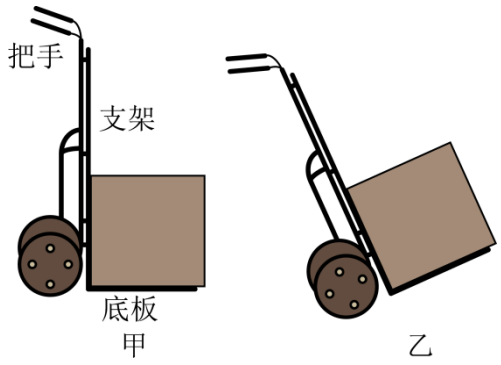



由图可知 $mg-f_2=F_{N2}$，而 $F_{N2}=F_N\cos\theta$，$f_2=f\sin\theta$，联立解得 $F_N=\dfrac{mg-f\sin\theta}{\cos\theta}$，故 $AB$ 错误；$CD$．由图可知，小物块做圆周运动的向心力由 $f_1$ 和 $F_{N1}$ 提供，有 $f_1-F_{N1}=m\dfrac{v^2}{R}$，由于 $F_{N1}=F_N\sin\theta$，$f_1=f\cos\theta$，联立解得 $f=\dfrac{F_N\sin\theta+m\frac{v^2}{R}}{\cos\theta}$，可得航母的航速越大，小物块受到的摩擦力越大；当最大静摩擦力等于滑动摩擦力时，航

母有最大航速，有 $f=\mu F_N$，代入上式得 $m\frac{v^2}{R}=\mu F_N\cos\theta-F_N\sin\theta$，由 $A$ 中得 $F_N=\frac{mg-f\sin\theta}{\cos\theta}=\frac{\mathrm{mg}}{\mu\sin\theta+\cos\theta}$，联立解得 $v=\sqrt{\frac{\mu-\tan\theta}{1+\mu\tan\theta}gR}$，故 $C$ 正确，$D$ 错误。

故选 $C$。

**题目 2** **(2024·广东韶关·二模)** 我们常用支架与底板垂直的两轮手推车搬运货物。如图甲所示，将质量为 $m$ 的货物平放在手推车底板上，此时底板水平；缓慢压下把手直至底板与水平面间的夹角为 60°。不计货物与支架及底板间的摩擦，重力加速度为 $g$，下列说法正确的是（　　）




A. 当底板与水平面间的夹角为 30° 时，底板对货物的支持力为 $\frac{\sqrt{3}\mathrm{mg}}{2}$

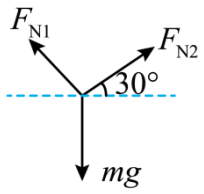
B. 当底板与水平面间的夹角为 30° 时，支架对货物的支持力为 $\frac{\sqrt{3}\mathrm{mg}}{2}$

C. 压下把手的过程中，底板对货物的支持力一直增大

D. 压下把手的过程中，支架对货物的支持力一直减小

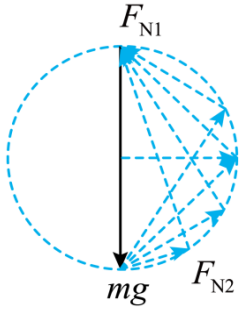
【答案】$A$

【详解】$AB$．当底板与水平面间的夹角为 30° 时，受力分析如图



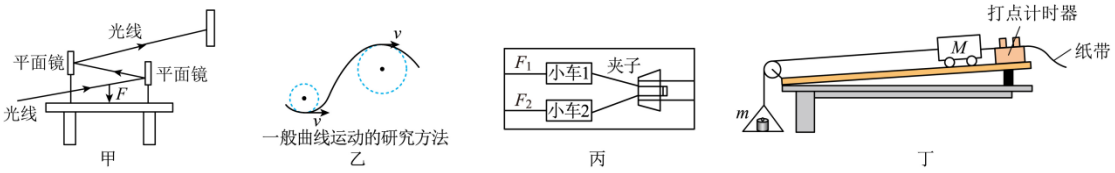

由平衡条件可得 $F_{N1}\cos60°=F_{N2}\cos30°$，$F_{N1}\sin60°+F_{N2}\sin30°=\mathrm{mg}$，解得底板对货物的支持力 $F_{N1}=\frac{\sqrt{3}\mathrm{mg}}{2}$，

支架对货物的支持力 $F_{N2}=\frac{\mathrm{mg}}{2}$，$A$ 正确，$B$ 错误；$CD$．压下把手的过程中，货物的受力情况如图



由图可知，底板对货物的支持力一直减小，支架对货物的支持力一直增大，CD错误。
故选A。

**题目 3** (2024·黑龙江哈尔滨·二模)“物理”二字最早出现在中文中，是取“格物致理”四字的简称，即考察事物的形态和变化，总结研究它们的规律的意思。我们要在学习物理知识之外，还要了解物理学家是如何发现物理规律的，领悟并掌握处理物理问题的思想与方法。下列关于图中四幅图的相关叙述正确的是（　　）




A. 图甲是观察桌面形变的实验，当用力$F$压桌面时，光点的位置会发生明显变化，从而反映桌面的形变，这个实验中主要用到的研究方法是微元法

B. 图乙中把一般的曲线运动看成很多个圆周运动的一部分的组合，这是理想模型的思想

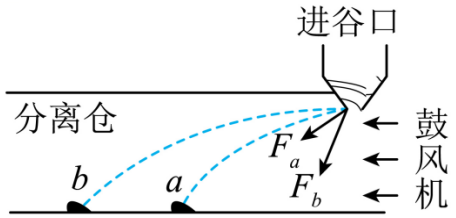
C. 利用图丙装置探究小车的加速度与拉力的关系时，运用控制变量法和比较法来控制两小车有相同的运动时间，从而得到两小车的加速度大小关系

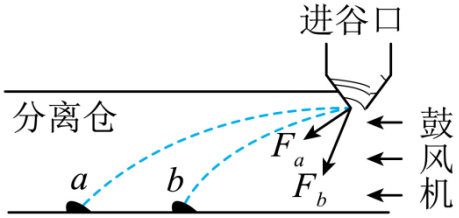
D. 图丁中探究小车运动的加速度与力、质量的关系，该实验用到了等效替代的思想

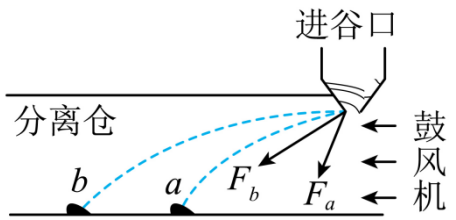
【答案】C

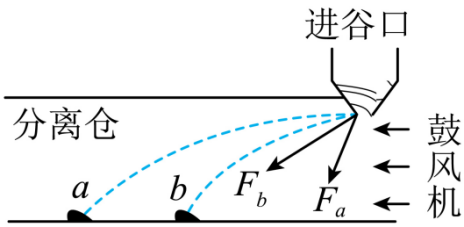
【详解】A. 图甲是观察桌面形变的实验，当用力$F$压桌面时，光点的位置会发生明显变化，从而反映桌面的形变，这个实验中主要用到的研究方法是放大法。故A错误；B. 图乙中把一般的曲线运动看成很多个圆周运动的一部分的组合，这是微元法的思想。故B错误；C. 利用图丙装置探究小车的加速度与拉力的关系时，运用控制变量法和比较法来控制两小车有相同的运动时间，从而得到两小车的加速度大小关系。故C正确；D. 图丁中探究小车运动的加速度与力、质量的关系，该实验用到了控制变量法。故D错误。
故选C。

**题目 4** (2024·河南周口·二模)扇车在我国西汉时期就已广泛被用来清选谷物。谷物从扇车上端的进谷口进入分离仓，分离仓右端有一鼓风机提供稳定气流，从而将谷物中的秕粒$a$(秕粒为不饱满的谷粒，质量较轻)和饱粒$b$分开。若所有谷粒进入分离仓时，在水平方向获得的动量相同。之后所有谷粒受到气流的水平作用力可视为相同。下图中虚线分别表示$a$、$b$谷粒的轨迹，$F_a$、$F_b$为相应谷粒所受的合外力。下列四幅图中可能正确的是（　　）

A.


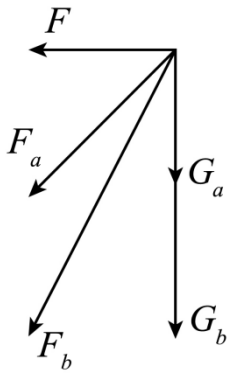

B.



C.



D.



【答案】B

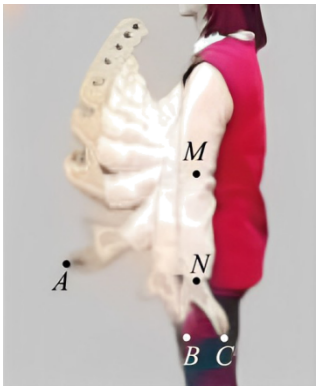
【详解】从力的角度看，水平方向的力相等，饱粒 $b$ 的重力大于秕粒 $a$ 的重力，如图所示




从运动上看，在水平方向获得的动量相同，饱粒 $b$ 的水平速度小于秕粒 $a$ 的水平速度，而从竖直方向上高度相同 $h=\frac{1}{2}gt^2$，运动时间相等 $x=v_0t$，所以 $x_a>x_b$，综合可知 $B$ 正确。

故选 $B$。

题目 5 (2024·北京门头沟·一模) 某研究小组在研究“估测甩手时指尖的最大向心加速度”课题研究时，利用摄像机记录甩手动作，$A$、$B$、$C$ 是甩手动作最后 3 帧 (每秒 25 帧) 照片指尖的位置。根据照片建构 $A$、$B$ 之间运动模型：开始阶段，指尖 $A$ 以肘关节 $M$ 为圆心做圆周运动，到接近 $B$ 的最后时刻，指尖以腕关节 $N$ 为圆心做圆周运动。测得 $A$、$B$ 之间的距离为 26cm，$B$、$N$ 之间的距离为 17cm。粗略认为 $A$、$B$ 之间平均速度为甩手动作最后阶段指尖做圆周运动的线速度。重力加速度为 $g$。请估测甩手时指尖的最大向心加速度 (　　)




A. $5g$　　B. $10g$　　C. $25g$　　D. $50g$

【答案】$C$

【详解】根据题意甩手动作每秒 25 帧，得从帧 $A$ 到帧 $B$ 的时间间隔为 $t=\frac{1}{25}s=0.04s$，粗略认为 $A$、$B$ 之间平均速度为甩手动作最后阶段指尖做圆周运动的线速度，得 $v_B=\frac{x_{AB}}{t}$，由 $x_{AB}=26\text{cm}=0.26m$，解得 $v_B=6.5\text{m/s}$，向心加速度约为 $a=\frac{v_B^2}{r_{NB}}$，由 $r_{NB}=17\text{cm}=0.17m$，解得 $a\approx250\text{m/s}^2=25g$。

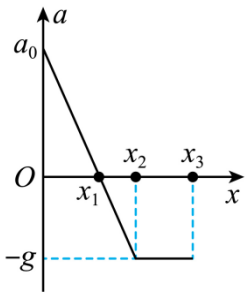
故选 $C$。

题目 6 (多选) (2024·贵州安顺·一模) 现在市面上出现了一种新型的游乐设施——“反向蹦极”，示意图如图甲，游戏者与固定在地面上的扣环连接，打开扣环，游戏者从 $A$ 点由静止释放，像火箭一样竖直发射。游戏者上升到 $B$ 位置时绳子恰好处于松弛状态，$C$ 为游戏者上升的最高点，$D$ 点为速度最大位置 (未画出)，弹性绳的弹力遵从胡克定律，游戏者视为质点，弹性绳的形变在弹性限度内，不计空气阻力，若以 $A$ 点为坐标

原点，选向上为正方向，作出游戏者上升过程中加速度与位移的关系如图乙，图像：$x_1$、$x_2$、$x_3$和$-g$为已知量，则人上升过程中（　　）



甲



乙

A. $AB$段的长度为$x_1$

B. 游戏者最大速度为$\sqrt{(2x_3-x_1-x_2)g}$

C. $A$点与$D$点间的距离小于$D$点与$B$点间的距离

D. 人从$A$点到$D$点和$D$点到$C$点合力的冲量大小相等

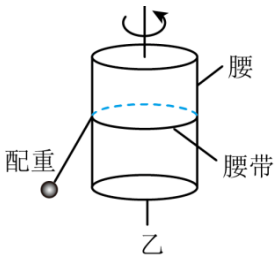
【答案】$BD$

【详解】由乙图可知，$0-x_1$段加速度大于零，说明这段人一直在加速并且在$x_1$处速度达到最大；$x_1-x_2$加速度开始反向增大，同时在$x_2$处加速度大小为$g$，说明此时人只受到重力作用，人位于$B$处；之后$x_2-x_3$段人一直做匀减速运动知道速度为$0$，$x_3$正好是$C$处。$A$．根据前面分析知，$AB$段长度为$x_2$，故$A$错误；$B$．$x_1-x_2$加速度均匀变化，故合力的平均值为$\frac{1}{2}\mathrm{mg}$，则从速度最大到最高点根据动能定理$-\frac{1}{2}\mathrm{mg}(x_2-x_1)-mg(x_3-x_2)=0-\frac{1}{2}mv_{\max}^2$，解得最大速度$v_{\max}=\sqrt{(2x_3-x_1-x_2)g}$，故$B$正确；$C$．因为$AD$的距离为$x_1$，$DB$的距离为$x_2-x_1$，由乙图知$0-x_2$段斜率相同且$a_0>g$，所以$x_1>x_2-x_1$，因此$AD$段距离大于$DB$段距离，故$C$错误；$D$．物体所受合力的冲量大小等于它动量的变化量，已知$A$点和$C$点的速度为零，$D$点为速度最大点，所以$A$点到$D$点的动量的变化量和和$D$点到$C$点的动量变化量相同，因此$A$点到$D$点和$D$点到$C$点合力冲量大小相等，故$D$正确。

故选$BD$。

题目 7 （多选）（2024·福建·一模）市面上有一种自动计数的智能呼拉圈。如图甲，腰带外侧带有轨道，将带有滑轮的短杆穿过轨道，短杆的另一端悬挂一根带有配重的细绳，其模型简化如图乙所示。将腰带水平套在腰上，通过人体微小扭动，使配重在水平面内做匀速圆周运动，此时绳子与竖直方向夹角为$\theta$。配重运动过程中认为腰带没有变形，下列说法正确的是（　　）


甲



乙

A. 若增大转速，绳子的拉力变小

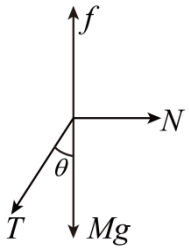
B. 若增大转速，腰受到腰带的弹力变大

C. 若减小转速，腰受到腰带的摩擦力不变

D. 若只增加配重，保持转速不变，则绳子与竖直方向夹角$\theta$变小

【答案】$BC$

【详解】$AB$．依题意，对配重受力分析，由牛顿第二定律可得 $mg\tan\theta = m\omega^2(l\sin\theta + r_0)$，若增大转速，配重做匀速圆周运动的半径变大，绳与竖直方向的夹角 $\theta$ 将增大，竖直方向 $\mathrm{mg} = T\cos\theta$，水平方向 $T\sin\theta = F$，可知配重在竖直方向平衡，拉力 $T$ 变大，向心力 $F_n$ 变大，对腰带受力分析如图所示，

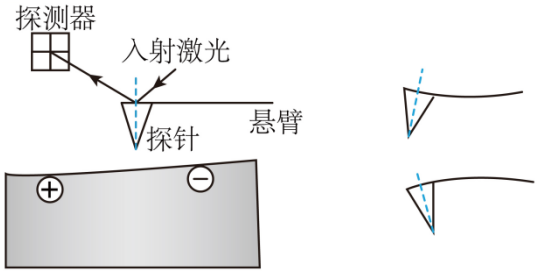



可得竖直方向 $f = Mg + T\cos\theta = Mg + \mathrm{mg}$，水平方向 $N = T\sin\theta = F$，故腰受到腰带的摩擦力不变，腰受到腰带的弹力增大。故 $A$ 错误；$B$ 正确；$C$．若减小转速，根据 $AB$ 选项的分析，腰受到腰带的摩擦力仍是保持不变。故 $C$ 正确；$D$．若增加配重，保持转速不变，则绳子与竖直方向夹角为 $\theta$ 将不变。故 $D$ 错误。

故选 $BC$。

## 模块二　电磁学

**题目 1** **(2024·北京丰台·一模)** 如图所示，静电力探针显微镜的核心组成部分是悬臂和与悬臂末端相互垂直的绝缘体探针。探针针尖由数十个原子构成，直径在纳米级。当带电针尖逐渐靠近带电绝缘体材料的表面，由于二者的相互作用使得悬臂发生弯曲，入射到悬臂背面激光的反射光线在光屏的位置会发生变化，该变化被探测器记录之后进行处理，得到材料的相关电学信息。根据上述材料，下列说法正确的是（　　）




A. 针尖与材料表面发生的相互作用为核子之间的核力

B. 悬臂发生弯曲使激光入射面的法线方向转过 $\theta$ 角，则反射光线也转过 $\theta$ 角

C. 静电力显微镜不可以探测带电金属材料表面的电荷分布

D. 将探针改为磁性材料，可以探测近样品表面磁场的强弱

【答案】$D$

【详解】$A$．根据题意可知，当带电针尖逐渐靠近电绝缘体材料的表面时，由于二者的相互作用使得悬臂发生弯曲，可知针尖与材料表面发生的相互作用为静电力，$A$ 错误；$B$．悬臂发生弯曲使激光入射面的法线方向转过 $\theta$ 角，根据光的反射定律可知，反射光线也转过 $2\theta$ 角，$B$ 错误；$C$．静电力显微镜可以探测带电金属材料表面的电荷分布，$C$ 错误；$D$．将探针改为磁性材料，可以探测近样品表面磁场的强弱，$D$ 正确。

故选 $D$。

**题目 2** **(2024·福建·一模)** 人体的细胞膜模型图如图甲所示，由磷脂双分子层组成，双分子层之间存在电压(医学上称为膜电位)，现研究某小块均匀的细胞膜，厚度为 $d$，膜内的电场可看作匀强电场，简化模型如图乙所示，初速度可视为零的钠离子(带正电)仅在电场力的作用下，从图中的 $A$ 点运动到 $B$ 点，下列说法正确的是（　　）




A. 若膜电位增加，则钠离子离开细胞的速度更小

B. 若膜电位不变，膜的厚度越大，则钠离子离开细胞的速度越大

C. 钠离子的电势能增大

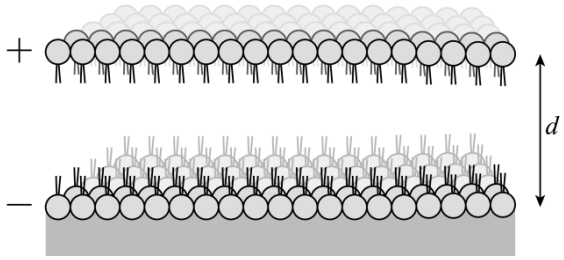
D. $A$ 点电势高于 $B$ 点电势

【答案】$D$

【详解】$AB$．由动能定理可知 $qU=\frac{1}{2}mv^2$，若膜电位不变时，即电压 $U$ 不变时，钠离子进入细胞内的速度不变；电压 $U$ 增加时，速度增大，故 $AB$ 错误；$C$．初速度可视为零的钠离子仅在电场力的作用下，从图中的 $A$ 点运动到 $B$ 点，可知钠离子运动中电场力做正功，所以钠离子的电势能减小，故 $C$ 错误；$D$．电场线从 $A$ 到 $B$，沿电场线电势降低，所以 $A$ 点电势高于 $B$ 点电势，故 $D$ 正确。

故选 $D$。

题目 3 (2024·山东枣庄·一模) 磷脂双分子层是构成细胞膜的基本支架，分子层之间具有弹性，可近似类比成劲度系数为 $k'$ 的轻质弹簧。细胞膜上的离子泵可以输运阴阳离子，使其均匀地分布在分子层上，其结构示意如图所示。已知无限大均匀带电薄板周围的电场为匀强电场，静电力常量为 $k$，介质的相对介电常数为 $\varepsilon_r$，细胞膜的面积 $S>>d^2$。当内外两膜层分别带有电荷量 $Q$ 和 $-Q$ 时，关于两分子膜层之间距离的变化情况，下列说法正确的是（　　）




A. 分子层间的距离增加了 $\frac{2\pi kQ^2}{\varepsilon_r Sk'}$

B. 分子层间的距离减小了 $\frac{2\pi kQ^2}{\varepsilon_r Sk'}$

C. 分子层间的距离增加了 $\frac{4\pi kQ^2}{\varepsilon_r Sk'}$

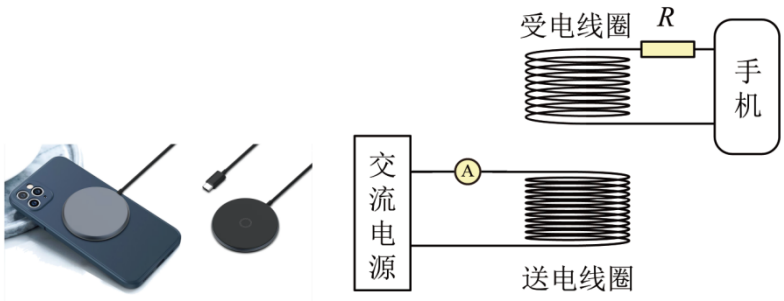
D. 分子层间的距离减小了 $\frac{4\pi kQ^2}{\varepsilon_r Sk'}$

【答案】$B$

【详解】内外两膜层分别带有电荷量 $Q$ 和 $-Q$ 时，两膜层之间电场力为引力，在该引力作用下，分子层之间的距离减小，令距离减小量为 $\Delta x$，分子层之间具有弹性，可近似类比成劲度系数为 $k'$ 的轻质弹簧，由于无限大均匀带电薄板周围的电场为匀强电场，细胞膜的面积 $S>>d^2$，则膜层周围的电场也可近似看为匀强电场，令电场强度为 $E$，可知单独一个极板产生的场强为 $\frac{1}{2}E$，则有 $k'\Delta x=Q\cdot\frac{1}{2}E$，根据电容的表达式有 $C=\frac{Q}{U}$，$C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$，根据电场强度与电势差的关系有 $E=\frac{U}{d}$，结合上述解得 $\Delta x=\frac{2\pi kQ^2}{\varepsilon_r Sk'}$，即分子层间的距离减小了 $\frac{2\pi kQ^2}{\varepsilon_r Sk'}$。

故选 $B$。

**题目 4** (多选) (2024·江西九江·二模) 如图所示是磁吸基座无线充电器，当送电线圈通入 $u=220\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$ 的交流电源后，手机上的受电线圈产生感应电流，手机即进入“无线超充模式”。若手机“超充模式”下的充电电压为 $20V$，充电电流为 $5A$，充电基座送电线圈接有理想电流表，受电线圈接有电阻 $R=0.4\Omega$，线圈电阻不计且充电过程中不计一切能量损失，则（　　）




A. 电流表的示数为 $0.5A$

B. 此无线充电器的耗电功率是 $100W$

C. 送电线圈与受电线圈的匝数比为 10:1

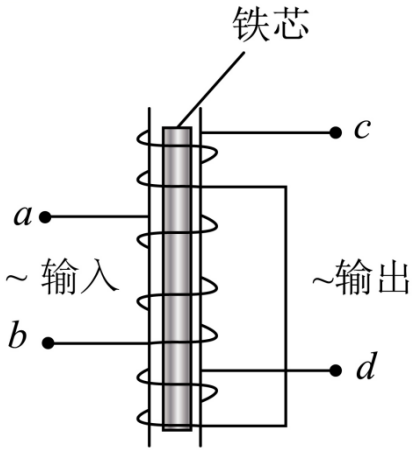
D. 若此手机的电池容量为 $5000mAh$，则超充模式下的充电时间为 75 分钟

【答案】$AC$

【详解】$C$．根据原副线圈的电压与匝数的关系可得 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{U_1}{U_0+I_2R_2}=\frac{n_1}{n_2}$，代入数据解得 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{10}{1}$，即送电线圈与受电线圈的匝数之比为 10:1，故 $C$ 正确；$A$．由匝数比可知原线圈电流应为 $I_1=\frac{n_2I_2}{n_1}=0.5A$，即电流表的示数为 $0.5A$，故 $A$ 正确；$B$．充电器消耗的总功率为 $P=U_1I_1=110W$，故 $B$ 错误；$D$．由容量单位可知，手机充电时间为电池容量与充电电流的比值，即 $t=\frac{Q}{I}=\frac{5000\times10^{-3}}{5}h=1h=60\text{min}$，故 $D$ 错误。

故选 $AC$。

**题目 5** (多选) (2024·河南周口·二模) 如图是差动变压器式位移传感器的简化模型。两组匝数相等的副线圈上下对称分布，在 $ab$ 端输入稳定的正弦式交流电，电压有效值为 $U_{ab}$，$cd$ 间输出电压有效值为 $U_{cd}$。初始时，铁芯两端与副线圈平齐，铁芯上下移动过程中始终有一端留在副线圈内，则铁芯（　　）




A. 向上移动，$U_{cd}$ 减小

B. 向下移动，$U_{cd}$ 增大

C. 静止不动，增大 $U_{ab}$ 则 $U_{cd}$ 不变

D. 向上移动一段距离后，增大 $U_{ab}$ 则 $U_{cd}$ 减小

【答案】$BC$

【详解】根据差动变压器式位移传感器的工作原理可知，当磁芯在中间位置时，输出电压不变，一旦向上或者向下移动，将在次级线圈间感应出差分电压，故铁芯向上或向下移动，$U_{cd}$都会增大，铁芯静止不动，即使增大$U_{ab}$，但$U_{cd}$依然不变。

故选$BC$。

题目 6 (2024·北京平谷·模拟预测) 信号放大器是一种放大电信号的仪器，如图甲所示，可以通过在相邻极板间施加电压，使阴极逸出的电子击中极板时，激发出更多电子，从而逐级放大电信号。已知电子质量为 $m$，电荷量为e，各个极板在同一平面内，不计重力和电子间的相互作用。

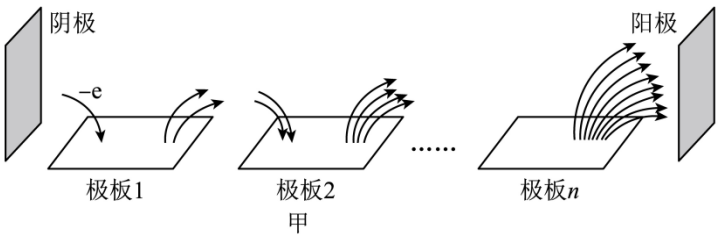
(1) 如图乙所示，在极板上建立空间正交直角坐标系。极板上方空间内存在匀强磁场，其磁感应强度为$B$，方向沿$z$轴负向。极板间电压$U$ 极小，可看作不影响电子运动。某次激发中，产生了 2 个电子 $a$ 和$b$(均看作从 $O$ 点射出)，其初速度大小均为 $v$，方向分别在$xOy$与$zOy$平面内，电子$a$与$x$轴正方向成$\theta$角，电子$b$与$z$轴正方向成$\alpha$角。只考虑电子$a$和$b$从$O$ 点射出到落至下一个极板的过程。

$a$. 求电子$a$的落点到$O$ 点的距离；

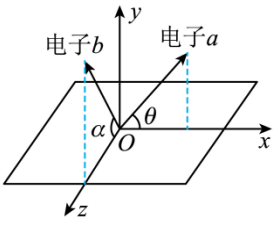
$b$. 电子$b$的实际运动比较复杂，我们可以按照运动的合成与分解的思想将该运动分解为两个相对简单的运动进行研究：将电子 $b$的初速度沿坐标轴分解——沿 $z$轴的分速度与磁场方向平行，沿$z$轴方向电子$b$不受力，做匀速直线运动；沿$y$轴方向的分速度与磁场方向垂直，在洛伦兹力的作用下电子$b$在$xOy$平面内做匀速圆周运动。求电子$b$沿 $z$轴方向运动的距离。

(2) 若单位时间内阴极逸出的电子数恒为 $N_0$，每个电子打到极板上可以激发出的电子数与极板间电压 $U$成正比。根据以上信息，有同学认为，经过$n$级放大后，阳极处接收电子产生的电流是阴极逸出电子产生电流的$nU$倍。请分析说明该同学的说法是否正确。

(注意：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明)



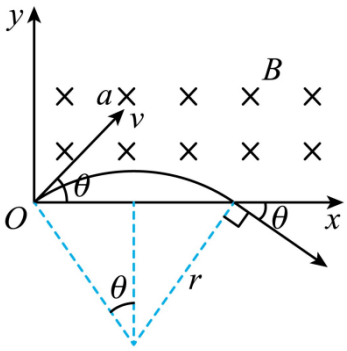
甲



乙

【答案】(1)$a$.$\frac{2mv}{Be}\sin\theta$；$b$. $\frac{\pi mv}{Be}\cos\alpha$；(2) 见解析

【详解】(1)$a$. 电子$a$在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，运动轨迹如图

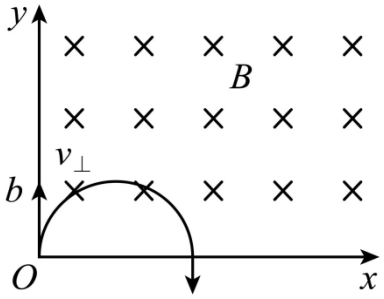



有$Bve=m\frac{v^2}{r}$

解得$r=\frac{mv}{Be}$

电子$a$的落点到$O$ 点的距离为$l=2r\sin\theta=\frac{2mv}{Be}\sin\theta$

$b$. 电子 $b$ 在 $xOy$ 平面内做匀速圆周运动轨迹如图




运动周期为 $T=\dfrac{2\pi m}{Be}$

运动时间为 $t=\dfrac{T}{2}=\dfrac{\pi m}{Be}$

所以电子 $b$ 沿 $z$ 轴方向运动的距离为 $x=v\cos\alpha t=\dfrac{\pi mv}{Be}\cos\alpha$

(2) 设单位时间内阴极逸出的电子产生的电流为 $I_1$，根据电流的定义式，有 $I_1=\dfrac{q}{t}=N_0\mathrm{e}$

每个电子打到极板上激发出的电子数与极板间电压 $U$ 的关系为 $N=kU$

其中 $k$ 为比例系数，所以一个电子打到极板上激发出的电子数为 $N$，经过 $n$ 级放大后，阳极处接收电子数为 $N_2=N_0N^n$

电流为 $I_2=\dfrac{q'}{t}=N_0N^n\mathrm{e}=N_0(kU)^n\mathrm{e}=N_0k^nU^n\mathrm{e}$

可得 $\dfrac{I_2}{I_1}=k^nU^n$

则经过 $n$ 级放大后，阳极处接收电子产生的电流是阴极逸出电子产生电流的 $Un$ 倍，所以阳极处接收电子产生的电流是阴极逸出电子产生电流的 $nU$ 倍这种说法不正确。

题目 7 **(2024·上海杨浦·二模) 测速**

现代科技发展提供了很多测量物体运动速度的方法。我们教材介绍的门式结构光电门传感器如图所示，两臂上有 $A$、$B$ 两孔，$A$ 孔内的发光管发射红外线，$B$ 孔内的光电管接收红外线。

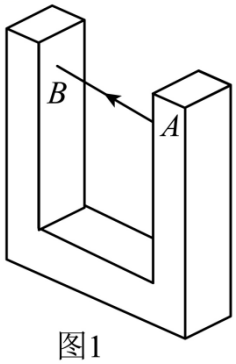



图1

(1) 如图 2 所示，为了测量物体运动的速度，在物体上安装挡光片。用光电门传感器测量运动物体经过光电门时的速度，需要测量的物理量有 _____ 和 _____。

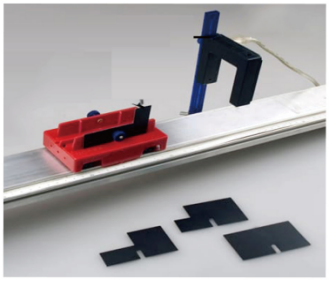


图2

(2) 光电门传感器是根据光电效应，利用光电转换元件将光信号转换成电信号的器件。如图 3 所示为某种金属在各种频率单色光照射下反向遏止电压 $U$ 与入射光频率 $v$ 之间的关系。从图中数据可知该金属的极限频率为 _____ Hz(计算结果保留 2 位有效数字)。已知红外线的波长范围约在 $7\times10^{-7}\sim1\times10^{-3}m$，用红外线照射该金属 _____ (选填“能”或“不能”) 产生光电效应。(普朗克常量 $h=6.626\times10^{-34}J\cdot s$，电子电量 $e=1.6\times10^{-19}C$)

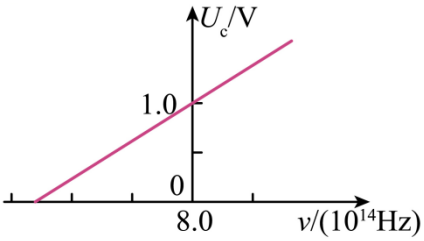



图3

(3) 图 (a) 中磁铁安装在半径为 $R$ 的自行车前轮上，磁铁到前轮圆心的距离为 $r$。磁铁每次靠近霍尔传感器，传感器就输出一个电压信号到速度计上。

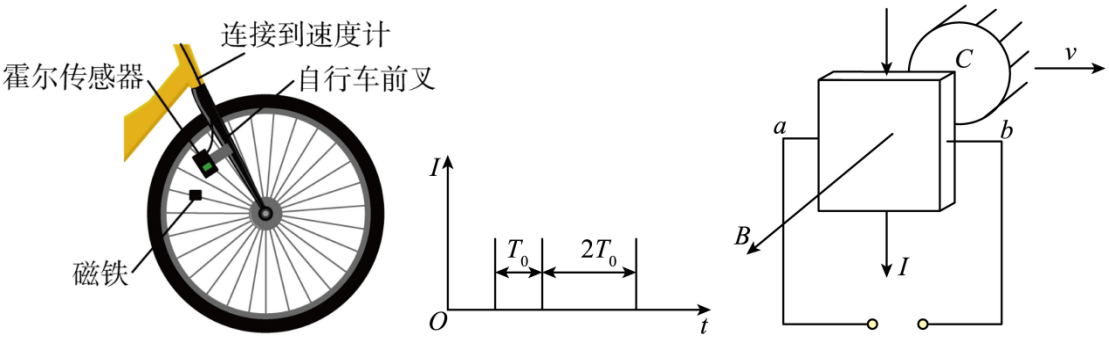
(1) 测得连续 $N$ 个电压信号的时间间隔为 $t$，则在这段时间内自行车前进的平均速度 $v=$ _____。

(2) 自行车做匀变速直线运动，某段时间内测得电流信号强度 $I$ 随时间 $t$ 的变化如图 (b) 所示，则自行车的加速度 $a=$ _____ (以车前进方向为正方向)。

(3) 如图 (c) 所示，电流从上往下通过霍尔元件 $A$(自由电荷为电子)，当磁铁 $C$ 沿图示方向运动经过霍尔元件附近时，会有图示方向的磁场穿过霍尔元件，在元件的左右两面间能检测到电势差 $U_{ab}$。则磁铁经过霍尔元件的过程中 (由空间磁场变化所激发的电场可忽略不计) _____

A. 磁铁 $C$ 的 $N$ 极靠近元件且 $U_{ab}>0$　　B. 磁铁 $C$ 的 $S$ 极靠近元件且 $U_{ab}>0$

C. 磁铁 $C$ 的 $N$ 极靠近元件且 $U_{ab}<0$　　D. 磁铁 $C$ 的 $S$ 极靠近元件且 $U_{ab}<0$




(a)　　(b)　　(c)

(4) 用微波传感器测量飞行网球的速度，利用发送信号与接收信号的频率差，通过公式计算出物体运动的速度。当球远离传感器运动时，单位时间内测得的信号数和波长 (　　)

A. 变多，变长　　B. 变多，变短　　C. 变少，变短　　D. 变少，变长

【答案】(1)　挡光片的宽度　挡光片通过光电门的时间

(2)　$5.6\times10^{14}$　不能

(3)　$\frac{2\pi(N-1)R}{t}$　$-\frac{2\pi R}{3T_0^2}$　$C$

(4)$D$

【详解】(1) 测量物体运动的速度，根据 $v=\frac{x}{t}$

可知，需要测量挡光片的宽度和挡光片通过光电门的时间；

(2) [1] 由光电效应方程 $E_{km}=h\nu-W_0=eU_C$

将 $\nu=8.0\times10^{14}\text{Hz}$，$U_C=1.0V$ 代入上式解得 $W_0=3.7\times10^{-19}J$

又有 $W_0=h\nu_0$

解得 $\nu_0=5.6\times10^{14}\text{Hz}$

[2] 根据 $\nu=\frac{c}{\lambda}$

解得 $3\times10^{11}\text{Hz}\leqslant\frac{c}{\lambda}\leqslant4.29\times10^{14}\text{Hz}$

均未达到截止频率，故不能产生光电效应。

(3) (1) [1] 如果在时间 $t$ 内得到的脉冲数为 $N$，则自行车的转速为 $n=\frac{N-1}{t}$

速度 $v=2\pi nR=\frac{2\pi(N-1)R}{t}$

(2) [2] 根据公式可得 $\overline{v_1}=\frac{2\pi R}{T_0}$

$\overline{v_2}=\frac{4\pi R}{3T_0}$

则 $a=\frac{\overline{v_2}-\overline{v_1}}{\frac{3T_0}{2}-\frac{1}{2}T_0}=-\frac{2\pi R}{3T_0^2}$

(3) [3] 产生如图所示的磁场，故磁铁 $C$ 的 $N$ 极靠近元件；当通如图所示的电流时，实际是自由电子在向上运动，其受到的洛伦兹力向左，累积在 $a$ 端，故 $a$ 端电势低，故 $U_{ab}<0$。

故选 $C$。

(4) 根据多普勒效应可知，远离时，接收到的频率减小，故单位时间内测得的信号数减小；根据 $\lambda=\frac{v}{f}$ 可得波长变长。

故选 $D$。

## 模块三　热学

题目 1 (2024·黑龙江齐齐哈尔·二模)“拔火罐”是我国传统医学的一种治疗手段。操作时，医生用点燃的酒精棉球加热一个小罐内的空气，随后迅速把小罐倒扣在需要治疗的部位，冷却后小罐便紧贴在皮肤上(如图)。假设加热后小罐内的空气温度为87℃，当时的室温为27℃，大气压为 $p_0=1\times10^5\text{Pa}$，小罐开口部位的面积 $S=3\times10^{-3}m^2$。当罐内空气温度变为室温时，求：(不考虑因皮肤被吸入罐内导致空气体积变化的影响)

(1) 小罐内的空气对皮肤的压力大小；

(2) 某次拔罐时由于医生操作不当，小罐未紧贴在皮肤上，当罐内空气变为室温时，进入罐内空气与原有空

气质量之比为多少。



【答案】(1)250$N$；(2)$\frac{1}{5}$

【详解】(1) 加热后小罐内的空气

$p_1=p_0=1\times10^5\mathrm{Pa}$

$T_1=87+273K=360K$

罐内空气温度变为室温时 $T_2=27+273K=300K$

气体做等容变化，则 $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$

解得 $p_2=\frac{5}{6}\times10^5\mathrm{Pa}$

小罐内的空气对皮肤的压力大小为 $F=p_2S=\frac{5}{6}\times10^5\times3\times10^{-3}N=250N$

(2) 设小罐的体积为 $V_1$，小罐未紧贴在皮肤上，气体做等压变化，则 $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$

罐内空气温度变为室温时，原先小罐内的空气的体积变为 $V_2=\frac{5}{6}V_1$

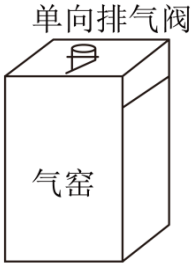
进入罐内空气与原有空气质量之比为 $\frac{\Delta m}{m}=\frac{\rho(V_1-V_2)}{\rho V_2}=\frac{1}{5}$

题目 2 **(2024·山东聊城·一模)** 中国是瓷器的故乡，号称“瓷器之国”。英语“*CHINA*”，既称中国，又名瓷器。瓷器是“泥琢火烧”的艺术，是人类智慧的结晶，是全人类共有的珍贵财富。如图所示，气窑是对陶瓷泥坯进行升温烧结的一种设备。某次烧制前，封闭在窑内的气体压强为 $p_0$，温度为室温 27℃，为避免窑内气压过高，窑上装有一个单向排气阀，当窑内气压达到 $2p_0$ 时，单向排气阀开始排气。开始排气后，气窑内气体维持 $2p_0$ 压强不变，窑内气体温度逐渐升高，最后的烧制温度恒定为 1327℃。求：

(1) 单向排气阀开始排气时窑内气体温度为多少摄氏度；

(2) 本次烧制排出的气体与原有气体的质量比。






【答案】(1)327℃；(2)$\frac{5}{8}$

【详解】(1) 以封闭在气窑内的气体为研究对象，排气前体积不变，则有初态

$p_1=p_0$

$T_1=(27+273)K=300K$

末态

$p_2=2p_0$

$T_2=(273+t_2)K$

由查理定律可得 $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$

代入数据解得 $t_2=327^{\circ}C$

(2) 开始排气后，气窑内气体维持 $2p_0$ 压强不变，则有 $T_3=(1327+273)K=1600K$

设排出 $2p_0$ 压强的气体体积为 $V'$，排出气体质量为 $m'$，由盖－吕萨克定律可得 $\frac{V_0}{T_2}=\frac{V_0+V'}{T_3}$

由于气体的密度不变，则有 $\frac{m'}{m}=\frac{V'}{V_0+V'}$

代入数据解得 $\frac{m'}{m}=\frac{5}{8}$

题目 3 **(2024·湖南衡阳·模拟预测)** 如图所示，爆米花机是一种对谷物进行膨化加工的装置，主体为一导热良好的钢制罐体，罐体的容积为 $4\times10^{-3}m^3$，两端分别焊接了支撑轴和摇柄。在 $1atm$(标准大气压)$p_0$ 的气压，27℃ 的干燥环境下打开阀门向罐体内放入 $1\times10^{-3}m^3$ 的谷物，关闭阀门，将支撑轴和摇柄架设在火炉的支架上进行旋转加热，谷物内部分水分汽化成高压水蒸气与罐内空气形成混合气体。当罐内混合气体温度为 627℃、压强达 $6atm$ 时，打开阀门，因为外部压强突然变小，巨大的压强差使得谷物迅速膨胀，从而达到膨化的效果。忽略谷物间隙气体的体积和在罐体内加热过程中谷物体积的变化。已知绝对零度为 −273℃。求：

(1) 从开始加热到压强变为 $6atm$ 时，罐体内水蒸气的分压强；

(2) 打开阀门后的混合气体迅速膨胀对外做功使得谷物全部喷出，当混合气体温度为 127℃，罐体内剩余混合气体质量占原有混合气体质量的百分比。



【答案】(1)$3p_0$；(2)50%

【详解】(1) 对原有空气，根据查理定律 $\frac{p_0}{T_0}=\frac{p_1}{T_1}$

其中 $T_0=(27+273)K=300K$，$T_1=(627+273)K=900K$

联立可得 $p_1=3p_0$

从开始加热到压强变为 $6atm$ 时，罐体内水蒸气的分压强为 $p'=6p_0-p_1=3p_0$

(2) 设罐体的体积为 $V_0$，对混合气体分析，由理想气体状态方程可得 $\frac{6p_0\times\frac{3}{4}V_0}{T_1}=\frac{p_0V_2}{T_2}$

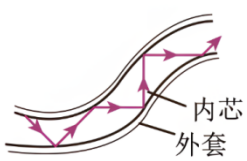
其中 $T_2=(127+273)K=400K$

可得 $V_2=8\times10^{-3}m^3$

则有罐体内剩余混合气体质量占原有混合气体质量的百分比为 $\frac{m_{剩}}{m_0}=\frac{V_0}{V_2}\times 100\%=50\%$

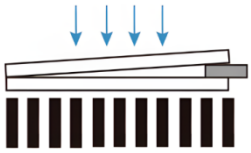
# 模块四　光学

**题目 1** (2024·天津河西·一模) 生活中有很多有趣的光学现象，关于这些现象，下列表述中错误的一项是（　　）



甲


乙


丙


丁

A. 甲图所示的光导纤维，内芯的折射率比外套的大

B. 乙图所示的肥皂膜看起来是彩色的，这是光的折射现象

C. 丙图所示的劈尖干涉，任意相邻明条纹所对应的薄膜厚度差恒定

D. 如丁图所示，要想减弱玻璃表面反射光的干扰，拍出清晰的车窗内景象，可以在相机镜头前装一片偏振滤光片

【答案】$B$

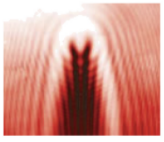
【详解】$A$. 光导纤维能够使光在有机玻璃内传播是利用光的全反射原理，要想发生全反射光必须从光密介质射入光疏介质，所以内芯的折射率大于外套的折射率，$A$ 正确；$B$. 肥皂膜看起来是彩色的，这是薄膜干涉，是光的干涉现象，$B$ 错误；$C$. 劈尖干涉中任意相邻明条纹所对应的薄膜厚度差恒定，$C$ 正确；$D$. 要想减弱玻璃表面反射光的干扰，拍出清晰的车窗内景象，可以在相机镜头前装一片偏振滤光片，$D$ 正确。本题选错误的，故选 $B$。

**题目 2** (2024·浙江·模拟预测) 下列高中物理教材中的插图涉及到光的干涉原理的是（　　）


甲


乙


丙


丁

A. 甲图，水中气泡看上去特别明亮

B. 乙图，火焰在肥皂膜上形成明暗相间条纹像

C. 丙图，相机特制滤光片能减弱汽车玻璃表面反射光

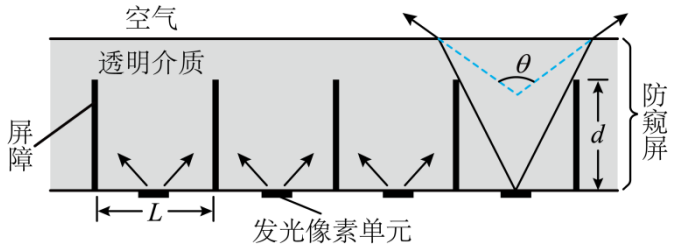
D. 丁图，显微镜下光经过大头针的图像

【答案】$B$

【详解】$A$. 气泡是光疏介质，光经过水照射气泡时，一部分光会发生全反射，因此水中气泡看上去特别明亮，故 $A$ 错误；$B$. 乙图，火焰在肥皂膜上形成明暗相间条纹像，是薄膜干涉现象，即光的干涉原理，故 $B$ 正确；$C$. 丙图，相机特制滤光片能阻挡特定方向的偏振光，因此能减弱汽车玻璃表面反射光，是光的偏振现象，故 $C$ 错误；$D$. 丁图，显微镜下光经过大头针的图像，是光的衍射现象，故 $D$ 错误。

故选 $B$。

**题目 3** (2024·湖北·二模) 某款手机防窥屏的原理图如图所示，在透明介质中有相互平行排列的吸光屏障，屏障垂直于屏幕，可实现对像素单元可视角度 $\theta$ 的控制。发光像素单元紧贴防窥屏的下表面，可视为点光源，位于相邻两屏障的正中间。下列说法正确的是（　　）




A. 防窥屏的厚度越大，可视角度 $\theta$ 越小　　B. 屏障的高度 $d$ 越大，可视角度 $\theta$ 越大

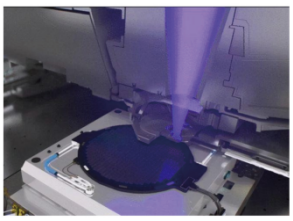
C. 透明介质的折射率越小，可视角度 $\theta$ 越小　　D. 防窥屏实现防窥效果主要是因为光发生了全反射

【答案】$C$

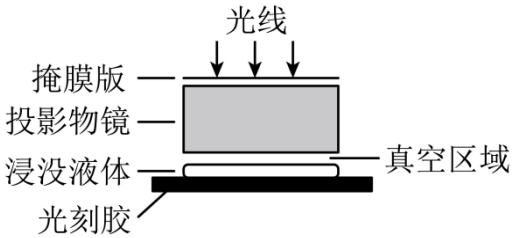
【详解】$A$. 由光路图可知，可视角度 $\theta$ 与防窥屏的厚度无关，故 $A$ 错误；$B$. 如果屏障越高，则入射角变小，根据折射定律可知折射角变小，$\theta$ 角变小，故 $B$ 错误；$C$. 由图可知，可视角度 $\theta$ 是光线进入空气中时折射角的 2 倍，透明介质的折射率越小，折射角越小，$\theta$ 角越小，故 $C$ 正确；$D$. 防窥屏实现防窥效果的原理是因为某些角度范围内的光被屏障吸收，能射出到空气中的光其入射角都小于临界角，没有发生全反射，故 $D$ 错误。

故选 $C$。

**题目 4** (2024·辽宁·模拟预测) 光刻机是制作芯片的核心装置，主要功能是利用光线把掩膜版上的图形印制到硅片上。如图所示，$DUV$ 光刻机使用的是深紫外线，其波长为 193nm。为提高投影精细图的能力，在光刻胶和投影物镜之间填充液体以提高分辨率，则与没加入液体相比，下列说法正确的是（　　）



甲




乙

A. 深紫外线进入液体后传播速度变大

B. 传播相等的距离，深紫外线在液体中所需的时间更长

C. 深紫外线光子的能量在液体中更大

D. 深紫外线在液体中更容易发生衍射，能提高分辨率

【答案】$B$

【详解】$A$. 光在真空中传播速度 $c$ 大于在介质中传播速度 $v$，深紫外线进入液体后传播速度变小，$A$ 错误；$B$. 设传播 $L$ 距离，在真空中的时间 $t=\frac{L}{c}$，在液体中所需的时间 $t'=\frac{L}{v}$，$t'>t$，故 $B$ 正确；$C$. 深紫外线进入液体频率不变，根据 $E=h\nu$ 可知光子能量不变，$C$ 错误；$D$. 深紫外线进入液体频率不变，传播速度变小，波长变短，更不容易发生明显衍射，$D$ 错误。

故选 $B$。

## 模块五　近代物理学

**题目 1** (2024·广东韶关·二模)2023 年 9 月 15 日，三星堆遗址考古入选世界重大田野考古发现。三星堆古遗

址距今已有5000至3000年历史，昭示长江流域与黄河流域一样同属中华文明的母体。应用碳14测定年代是考古中的重要方法，在高空大气中，来自宇宙射线的中子轰击氮14，不断以一定的速率产生碳14，接着碳14就发生放射性衰变，其半衰期为5730年，反应方程分别为：${}_7^{14}N+{}_0^1n\rightarrow{}_6^{14}C+{}_1^1H$，${}_6^{14}C\rightarrow{}_7^{14}N+{}_{-1}^0e$。以下说法中正确的是（　　）

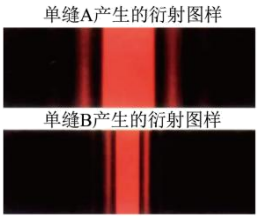


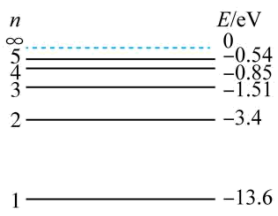

A. 核反应方程要遵循电荷数守恒和质量守恒
B. 碳14发生的放射性衰变是$\beta$衰变
C. 埋入地下的植物中，其碳14的半衰期将变长
D. 4个碳14原子核在经过一个半衰期后，一定还剩2个

【答案】$B$
【详解】$A$．核反应方程要遵循电荷数守恒和质量数守恒，而质量会亏损，释放核能，故$A$错误；
$B$．碳14发生的放射性衰变方程是${}_6^{14}C\rightarrow{}_7^{14}N+{}_{-1}^0e$，是$\beta$衰变，故$B$正确；$C$．放射性元素的半衰期与物理环境和化学状态均无关，由原子核自身的结构有关，故埋入地下的植物中，其碳14的半衰期将不变，故$C$错误；$D$．半衰期是大量原子核衰变的统计规律，则4个碳14原子核在经过一个半衰期后，不一定剩2个，故$D$错误。
故选$B$。

题目 2 **(2024·天津宁河·一模)** 下列说法正确的是（　　）





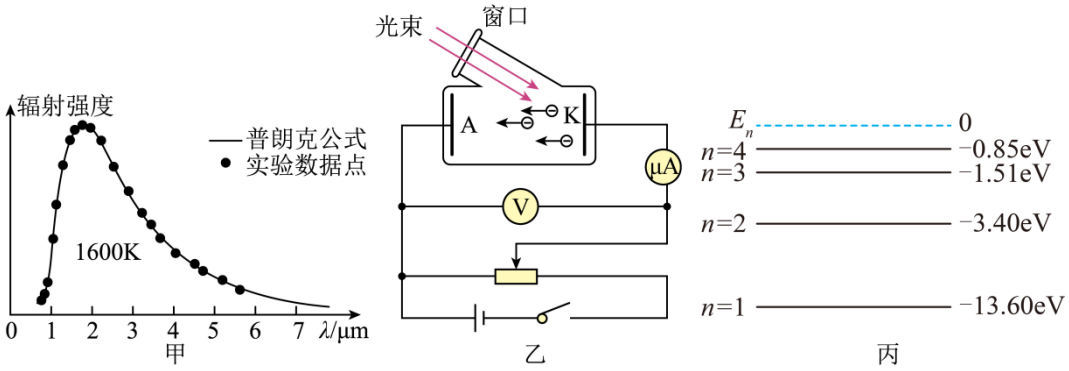



甲　　乙　　丙　　丁

A. 甲图中，“彩超”利用多普勒效应的原理测定血管中血液的流速
B. 乙图中，核电站的核反应堆外面修建很厚的水泥层，用来屏蔽聚变产物放出的各种射线
C. 丙图中，光的衍射现象说明光具有波粒二相性
D. 丁图中，由氢原子能级图可知能量为1.89eV的光子，有可能使处于$n=2$能级的氢原子电离

【答案】$A$
【详解】$A$．“彩超”利用超声波的多普勒效应，根据反射波的频率变化，就能知道血流的速度，故$A$正确；
$B$．核电站的核反应堆发生核反应的过程中会放出大量的射线，其产物也有很多的放射性物质，核电站的核反应堆外面修建很厚的水泥层，用来屏蔽裂变产物放出的各种射线，故$B$错误；$C$．光的衍射现象说明光具有波动性，故$C$错误；$D$．处于$n=2$能级的氢原子发生电离所需要的能量$\Delta E'=0-E_2=3.4\text{eV}$，可知能量为1.89eV的光子，不能使处于$n=2$能级的氢原子电离，故$D$错误。
故选$A$。

**题目 3** (多选) (2024·福建三明·一模) 有关量子力学的下列说法中，正确的是（　　）




A. 普朗克为解释图甲的黑体辐射实验数据，提出了能量子的概念

B. 图乙在某种单色光照射下，电流表发生了偏转，若仅将图乙中电源的正负极反接，电流表一定不会偏转

C. 密立根依据爱因斯坦光电效应方程，测量并计算出的普朗克常量，与普朗克根据黑体辐射得出的值在误差允许的范围内是一致的

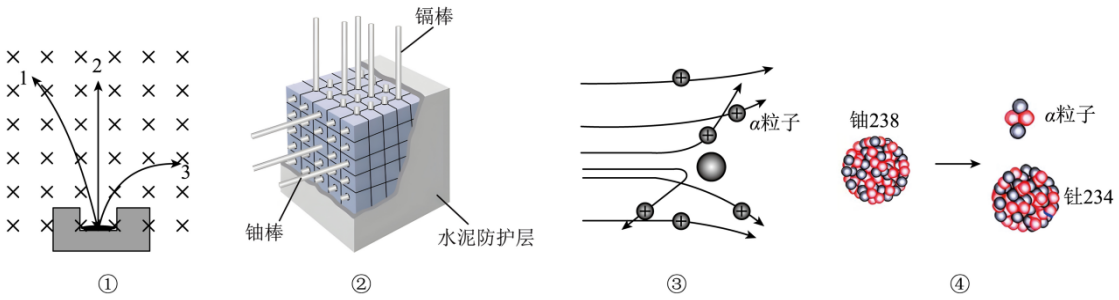
D. 图丙为氢原子的能级示意图，一群处于 $n=3$ 的激发态的氢原子向低能级跃迁过程所发出的光中，从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 到所发出的光波长最长

【答案】$AC$

【详解】$A$. 普朗克为解释图甲的实验数据，提出了能量子的概念，$A$ 正确；$B$. 仅将图乙中电源的正负极反接，加反向电压时，由于光电管间电压和截止电压大小关系未知，电流指针不一定会偏转，$B$ 错误；$C$. 密立根依据爱因斯坦光电效应方程，测量并计算出的普朗克常量，与普朗克根据黑体辐射得出的值在误差允许范围内是一致的，$C$ 正确；$D$. 氢原子跃迁所发出的光的波长 $\lambda=\frac{hc}{\varepsilon}=\frac{hc}{E_n-E_m}$，从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 所发出的光波长最短，$D$ 错误。

故选 $AC$。

**题目 4** (多选) (2024·天津和平·一模) 下列对于原子及原子核结构规律的研究，正确的是（　　）




A. 图①中射线 2 的穿透能力最强

B. 图②中镉棒的作用是吸收中子以控制反应速度

C. 图③中的实验现象可得出原子核具有复杂的结构

D. 图④中的核反应属于原子核的人工转变

【答案】$AB$

【详解】$A$. 图①中射线 2 为电中性，可知射线 2 为 $\gamma$ 射线，射线 2 的穿透能力最强，故 $A$ 正确；$B$. 图②中镉棒的作用是吸收中子以控制反应速度，故 $B$ 正确；$C$. 图③中的实验现象可得出原子核式结构，故 $C$ 错误；$D$. 图④中的核反应属于 $\alpha$ 衰变，故 $D$ 错误。

故选 $AB$。