## 单摆

## 知识点：单摆

一、单摆及单摆的回复力

1．单摆的组成：由细线和小球组成．

2．理想化模型

(1)细线的质量与小球相比可以忽略．

(2)小球的直径与线的长度相比可以忽略．

3．单摆的回复力

(1)回复力的来源：摆球的重力沿圆弧切线方向的分力．

(2)回复力的特点：在摆角很小时，摆球所受的回复力与它偏离平衡位置的位移成正比，方向总指向平衡位置，即*F*＝－*x*.从回复力特点可以判断单摆做简谐运动．

二、单摆的周期

1．单摆振动的周期与摆球质量无关(填“有关”或“无关”)，在振幅较小时与振幅无关(填“有关”或“无关”)，但与摆长有关(填“有关”或“无关”)，摆长越长，周期越大(填“越大”“越小”或“不变”)．

2．周期公式

(1)提出：周期公式是荷兰物理学家惠更斯首先提出的．

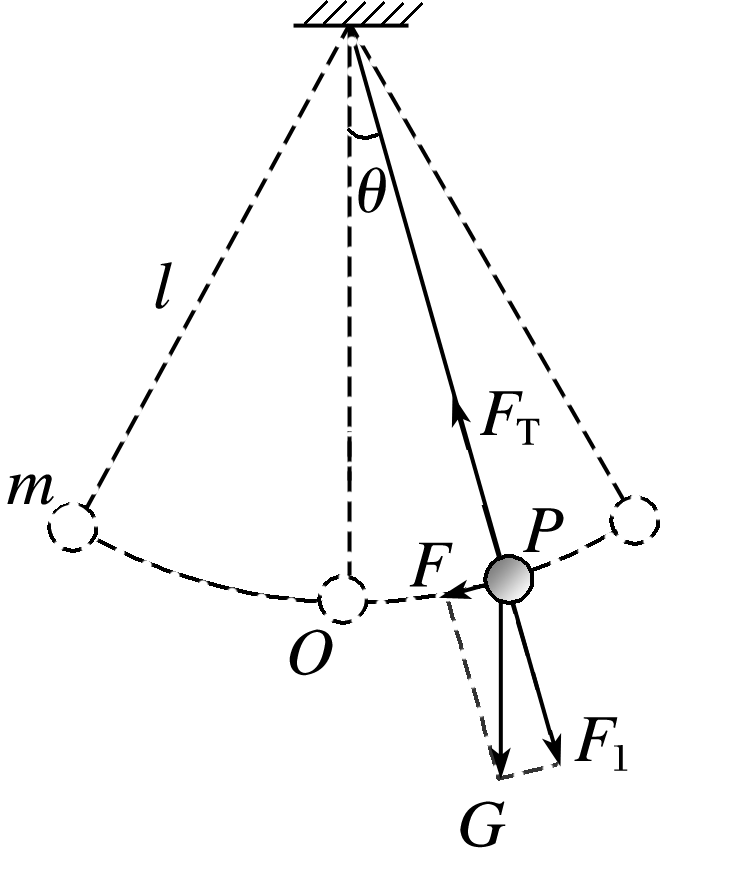
(2)公式：*T*＝2π，即周期*T*与摆长*l*的二次方根成正比，与重力加速度*g*的二次方根成反比，而与振幅、摆球质量无关．

## 技巧点拨

一、单摆的回复力

1．单摆的回复力

(1)摆球受力：如图所示，摆球受细线拉力和重力作用．



图

(2)向心力来源：细线对摆球的拉力和摆球重力沿径向的分力的合力．

(3)回复力来源：摆球重力沿圆弧切线方向的分力*F*＝*mg*sin *θ*提供了使摆球振动的回复力．

2．单摆做简谐运动的推证

在偏角很小时，sin *θ*≈，又回复力*F*＝*mg*sin *θ*，所以单摆的回复力为*F*＝－*x*(式中*x*表示摆球偏离平衡位置的位移，*l*表示单摆的摆长，负号表示回复力*F*与位移*x*的方向相反)，由此知回复力符合*F*＝－*kx*，单摆做简谐运动．

二、单摆的周期

知识深化

1．惠更斯得出了单摆的周期公式并发明了摆钟．

2．单摆的周期公式：*T*＝2π.

3．对周期公式的理解

(1)单摆的周期公式在单摆偏角很小时成立(偏角为5°时，由周期公式算出的周期和准确值相差0.01%)．

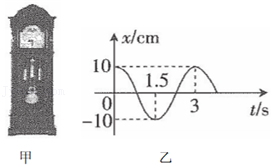
(2)公式中*l*是摆长，即悬点到摆球球心的距离*l*＝*l*线＋*r*球．

(3)公式中*g*是单摆所在地的重力加速度，由单摆所在的空间位置决定．

(4)周期*T*只与*l*和*g*有关，与摆球质量*m*及振幅无关，所以单摆的周期也叫固有周期．

## 例题精练

1．（朝阳四模）在一些古典家居装饰中，会看到大摆钟。某大摆钟如图甲所示，可看成单摆，摆的振动图像如图乙所示，则大摆钟的摆长约为（　　）



A．0.64m B．1.28m C．1.5m D．2.25m

【分析】根据单摆的振动图像得出大摆钟的周期，结合单摆的周期公式求出摆长的大小。

【解答】解：由单摆的周期公式有菁优网-jyeoo，结合题图乙可知，单摆的周期为T＝3s，解得摆长l＝菁优网-jyeoo，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】解决本题的关键知道完成一次全振动的时间为一个周期，掌握单摆的周期公式，并能灵活运用，基础题。

2．（淮安月考）一单摆做简谐运动，在偏角增大的过程中，摆球的（　　）

A．位移增大 B．速度增大 C．回复力减小 D．机械能减小

【分析】明确单摆的摆动过程，知道其平衡位置在竖直方向，偏角增大时位移、回复力、加速度增大；而速度减小；同时明确单摆在振动过程中机械能不变。

【解答】解：A、偏角增大时，摆球向最大位移处移动，相对于平衡位置的位移一定增大，速度减小；故A正确，B错误；

C、回复力大小与位移成正比，F＝﹣kx，故回复力增大，故C正确；

D、由于单摆在运动过程中只有重力做功，故机械能守恒，故D错误；

故选：A。

【点评】本题主要考查简谐运动的性质，要明确做简谐运动物体的位移、速度、加速度以及能量的周期性变化的情况。

## 随堂练习

1．（北仑区校级期中）以下几个物理公式中都用L来表示相关的物理量，其中有一个公式中的L所代表的物理量的量纲与其它三个不同的是（　　）

A．感应电动势E＝BLv B．电阻定律R＝ρ菁优网-jyeoo

C．电磁振荡周期T＝2π菁优网-jyeoo D．单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo

【分析】根据各个物理量的基本公式来判定即可。

【解答】解：感应电动势E＝BLv，其中L为切割的有效长度；电阻定律R＝ρ菁优网-jyeoo中，L为金属丝的有效长度；单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，L为单摆摆长；电磁振荡周期T＝2π菁优网-jyeoo，L为自感系数，故C正确，ABD错误；

故选：C。

【点评】本题主要考查了基本公式的理解，理解其中各个物理量的含义是解题的关键。

2．（宝山区校级期中）在上海走时准确的摆钟移到哈尔滨后，为使摆钟仍然准确走时，下列调解措施正确的是（　　）

A．将钟摆的质量减小

B．增大钟摆摆长

C．将钟摆的材质由钢铁改为黄铜

D．将钟摆振幅减半

【分析】由T＝菁优网-jyeoo，则g变大了，要让周期变大则要增加摆长。

【解答】解：AC、由T＝菁优网-jyeoo，单摆的周期与钟摆的质量、材料都无关，故AC错误；

B、由地球表面的重力加速度的分布特点可知，哈尔滨的重力加速度大于上海的重力加速度，把在上海走时准确的摆钟移到哈尔滨后重力加速度g增大，由T＝菁优网-jyeoo，则重力加速度变大，要使周期不变小，则应增加摆长，故B正确；

D、由T＝菁优网-jyeoo，单摆的周期与钟摆的振幅无关，故D错误。

故选：B。

【点评】明确周期公式T＝菁优网-jyeoo，由公式分析g，L对周期的影响。

3．（台江区校级期中）对单摆在竖直面内做简谐运动，下面说法中正确的是（　　）

A．摆球的回复力是它所受的合力

B．摆球所受向心力处处相同

C．摆球经过平衡位置时所受合外力为零

D．摆球经过平衡位置时所受回复力为零

【分析】单摆在竖直面内做简谐运动时向心力是细线的拉力与重力沿细线方向分力的合力提供，根据向心力公式Fn＝m菁优网-jyeoo和摆球速度的变化判断向心力的变化．摆球做简谐运动，回复力是重力沿圆弧切线方向的分力。

【解答】解：A、摆球的回复力是重力沿圆弧切线方向的分力，不是它所受的合力，故A错误；

B、单摆在竖直面内做简谐运动时向心力是细线的拉力与重力沿细线方向分力的合力提供，摆球所受的向心力方向是变化的，各处不同；根据向心力公式Fn＝m菁优网-jyeoo可知，向心力的大小随速度变化而变化。所以，摆球所受向心力各处不同，故B错误；

C、摆球经过平衡位置时所受合外力不为零，合外力提供向心力，故C错误；

D、摆球经过平衡位置时重力沿圆弧切线方向的分力为零，则摆球所受回复力为零，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查单摆作为圆周运动和简谐运动的受力特点的了解，注意明确回复力和向心力的区别。

4．（秦淮区校级月考）关于单摆摆球在运动过程中的受力，下列说法中正确的是（　　）

A．摆球在平衡位置处所受合力为零

B．摆球的回复力由摆球重力和摆线拉力的合力提供

C．摆球在最高点时，向心力为零

D．摆球在最高点时，摆线中的拉力最大

【分析】当单摆的摆角较小时，单摆的运动可以看成简谐运动，回复力由重力沿摆球运动轨迹切向的分力提供；摆球经过平衡位置时，切向加速度为零，法向加速度不为零，即存在向心力。

【解答】解：A、摆球经过平衡位置时，切向加速度为零，所以回复力等于0，但由于向心加速度的存在，所以法向加速度不为零，故A错误；

B、单摆的回复力是重力沿摆球运动轨迹切向的分力提供，不是由摆球重力和摆线拉力的合力提供，故B错误；

C、摆球在最高点时速度为零，根据向心力公式F＝m菁优网-jyeoo可知，最高点时的向心力为零，故C正确；

D、摆线上的拉力等于重力沿摆线方向的分力与向心力的和，结合受力分析可知，摆球在最高点时，摆线上的拉力最小，故D错误。

故选：C。

【点评】本题的关键是弄清单摆运动的特征，包括其回复力，速度，加速度等量的变化问题，知道摆球在运动时同时存在向心力和回复力两个效果力。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（金山区二模）若单摆的摆长变大，摆球的质量变大，摆球离开平衡位置的最大摆角不变，则单摆振动的（　　）

A．周期不变，振幅不变 B．周期不变，振幅变大

C．周期变大，振幅不变 D．周期变大，振幅变大

【分析】根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo判断周期的变化；摆长变长，离开平衡位置的最大角度不变，离开平衡位置的距离变大，则振幅变大。

【解答】解：周期大小与质量无关，根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo得，摆长变长，则周期变大；由题意知摆球离开平衡位置的最大角度不变，由于摆长变长，则离开平衡位置的最大距离增大，即振幅增大，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】本题考查单摆的周期公式，解决本题的关键知道摆球的质量不影响单摆的周期，周期由摆长、以及当地的重力加速度决定。

2．（烟台期末）将一单摆的周期变为原来的2倍，下列措施可行的是（　　）

A．只将摆球的质量变为原来的菁优网-jyeoo

B．只将摆长变为原来的2倍

C．只将摆长变为原来的4倍

D．只将振幅变为原来的2倍

【分析】由单摆运动周期公式进行分析。

【解答】解：由单摆运动周期公式可得：菁优网-jyeoo，已知周期变为原来的2倍，故可将摆长变为原来的4倍，故C正确，ABD错误；

故选：C。

【点评】本题解题关键在于使用单摆运动的周期公式进行求解。

3．（淄博期末）在淄博走时准确的摆钟，被考察队员带到珠穆朗玛峰的顶端，则这个摆钟（　　）

A．变慢了，重新校准应减小摆长

B．变慢了，重新校准应增大摆长

C．变快了，重新校准应减小摆长

D．变快了，重新校准应增大摆长

【分析】明确重力加速度的决定因素，知道海拔升高时重力加速度减小，再应用单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo即可分析答题。

【解答】解：摆钟从淄博带到珠穆朗玛峰顶端时，重力加速度g变小，摆钟的摆长L不变，由T＝2π菁优网-jyeoo可知，摆钟的周期变大，摆钟变慢，要校准摆钟，需要减小摆钟的周期T，可以减小摆钟的摆长L，故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】明确单摆周期公式，知道摆钟的周期变长，摆钟变慢，周期变短，摆钟变快；通过调节摆长可以调整摆钟的周期。

4．（青浦区二模）做简谐振动的单摆摆长不变，若摆球质量增加为原来的4倍，摆球经过平衡位置时速度减小为原来的菁优网-jyeoo，则单摆振动的（　　）

A．频率、振幅都不变 B．频率、振幅都改变

C．频率不变、振幅改变 D．频率改变、振幅不变

【分析】单摆做简谐运动的周期只与摆长有关，与摆球的质量、振幅无关。摆球经过平衡位置时速度减小，说明振幅减小。

【解答】解：由单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，可知，单摆摆长不变，则周期不变，频率不变；振幅A是反映单摆运动过程中的能量大小的物理量，由Ek＝菁优网-jyeoo可知，摆球经过平衡位置时的动能不变，但质量增加，所以高度减小，因此振幅改变，故ABD错误，C正确。

故选：C。

【点评】对于单摆的周期与哪些因素有关，可根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo理解记忆。

5．（建平县月考）某同学测得一单摆的摆线长为89.2cm，摆球直径为1.6cm，取重力加速度大小g＝10m/s2，则此单摆在摆角小于5°时完成1次全振动的时间约为（　　）

A．0.9s B．1.9s C．2.8s D．3.8s

【分析】单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo，求出摆长，代入计算即可。

【解答】解：单摆的摆长L＝l+菁优网-jyeoo＝0.892m+菁优网-jyeoo＝0.9m，其中D为摆球直径，代入单摆周期公式T＝菁优网-jyeoo＝1.9s，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题关键是知道单摆在小角度摆动时的周期公式，注意摆长从球心处算起，需加小球的半径。

6．（天山区校级期末）把在北京调准的摆钟，由北京移到赤道上时，摆钟的振动（　　）

A．变慢了，要使它恢复准确，应增加摆长

B．变慢了，要使它恢复准确，应缩短摆长

C．变快了，要使它恢复准确，应增加摆长

D．变快了，要使它恢复准确，应缩短摆长

【分析】首先知道重力加速度的变化，再根据周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，确定是增加摆长还是减小摆长。

【解答】解：把调准的摆钟，由北京移至赤道，重力加速度变小，根据周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，则周期变长，钟变慢，

要使它准确应该使T减小，即减少摆长L．故ACD错误，B正确。

故选：B。

【点评】关键是掌握重力加速度随纬度的变化，其次要灵活应用单摆的周期公式即可解决，基础题。

7．（泸县校级月考）某单摆做简谐振动，周期为T，若仅增大摆长，则振动周期会（　　）

A．变小 B．不变 C．变大 D．不确定

【分析】依据单摆周期公式T＝菁优网-jyeoo分析摆长变化对周期的影响。

【解答】解：做简谐运动的单摆周期公式T＝菁优网-jyeoo，由公式可知，增大摆长L，则振动周期T会变大，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题考查了单摆的周期公式的简单分析应用，记住公式是关键。

8．（亭湖区校级期中）做简谐运动的单摆，仅将质量和摆长均减小为原来的菁优网-jyeoo，则单摆振动周期变为原来的（　　）

A．菁优网-jyeoo倍 B．菁优网-jyeoo倍 C．4倍 D．2倍

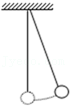
【分析】由单摆的周期公式分析单摆的周期与哪些因素有关，与哪些因素无关。单摆的周期公式：T＝菁优网-jyeoo。

【解答】解：根据单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo可知单摆的周期与摆球的质量无关，摆长变为原来菁优网-jyeoo，则周期变为原来菁优网-jyeoo，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】识记单摆的周期公式是关键，通过周期公式分析单摆的周期与什么因素有关系。

9．（泸县校级期中）如图所示，置于地面上的一单摆在小振幅条件下摆动的周期为T0．下列说法中正确的是（　　）



A．单摆摆动的过程，绳子的拉力始终大于摆球的重力

B．单摆摆动的过程，绳子的拉力始终小于摆球的重力

C．将该单摆悬挂在月球表面上，其摆动周期T0＜T

D．将该单摆置于高空中相对于地球静止的气球中，其摆动周期T0＞T

【分析】单摆在最高点的时候，绳的拉力等于重力的一个分力；在最低点的时候绳的拉力和重力共同提供向心力；单摆的周期公式为T＝2π菁优网-jyeoo，其中的g为等效的重力加速度。

【解答】解：AB、在最高点时，绳的拉力等于重力的一个分力，此时绳子的拉力小于重力；在最低点的时候绳的拉力和重力共同提供向心力：F﹣mg＝ma，可知F大于mg，故AB错误；

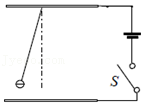
C、将该单摆悬挂在月球表面上，重力加速度小于地球上的重力加速度，根据周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可知，其摆动周期T＞T0，故C正确；

D、将该单摆置于高空中相对于地球静止的气球中，由于高度越高，重力加速度越小，根据周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可知，其摆动周期T＞T0，故D错误。

故选：C。

【点评】该题的关键要知道单摆周期公式中的g实际是单摆的等效重力加速度，注意回复力是重力的下滑分力提供，同时摆球还受指向圆心的向心力。

10．（浙江模拟）如图所示，两块平行金属板之间用绝缘细绳悬挂一带负电的小球，把小球拉开一定角度（角度很小，小于10°）由静止释放，小球做往复运动。两极板通过导线、开关可与电源相接，则下列判断正确的是（　　）



A．闭合开关，小球摆动的周期保持不变

B．闭合开关，小球摆动的周期变大

C．把电源的正负极对调，小球摆动的周期保持不变

D．把电源的正负极对调，小球摆动的周期变大

【分析】在重力场中，单摆的周期公式为菁优网-jyeoo，当处在向上或向下的电场中时，得出复合场的等效重力加速度，再结合单摆的周期公式可得出小球做简谐运动的周期。

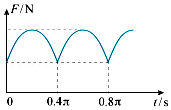
【解答】解：AB、因为做单摆运动，其运动周期为菁优网-jyeoo，当闭合开关后，小球处在方向向下的匀强电场中，因此带负电的小球会受到竖直向上的电场力，因此向下的加速度会变小，所以周期会变大，故A错误，B正确；

CD、如果把电源的正负极对调，电场方向变为向上，此时带负电的小球会受到竖直向下的电场力，所以等效加速度会变大，因此周期会减小，故CD错误。

故选：B。

【点评】本题考查了在电场中单摆的周期公式的应用，关键是会求解在复合场中的等效重力加速度。

11．（徐汇区二模）一单摆做简谐振动，如图为摆绳对摆球的拉力大小F随时间t变化的图象，则该单摆的摆长为（重力加速度g取10m/s2）（　　）



A．0.4m B．1.6m C．4m D．16m

【分析】小球运动到最低点时，绳子的拉力最大，在一个周期内两次经过最低点，根据该规律，求出单摆的周期，然后根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo求出摆长；

【解答】解：小球在最高点时绳子的拉力最小，在最低点时绳子拉力最大，小球在一个周期内两次经过最低点，根据该规律，知：T＝0.8πs，

由单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo得：菁优网-jyeoom＝1.6m，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握单摆的运动规律，知道单摆的周期公式会灵活运用。

12．（忻府区校级期中）在上海走时准确的摆钟，随考察队带到北极黄河站，则这个摆钟（　　）



A．变慢了，重新校准应减小摆长

B．变慢了，重新校准应增大摆长

C．变快了，重新校准应减小摆长

D．变快了，重新校准应增大摆长

【分析】明确重力加速度与纬度的关系，再应用单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo分析答题。

【解答】解：摆钟从上海带到北极黄河站时，重力加速度g变大，摆钟的摆长L不变，由T＝2π菁优网-jyeoo可知，摆钟的周期变小，摆钟变快，要校准摆钟，需要增大摆钟的周期T，故应增大摆钟的摆长L，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】明确摆钟原理，知道摆钟的周期变大，摆钟变慢，周期变短，摆钟变快；通过调节摆长可以调整摆钟的周期。

13．（金凤区校级月考）下列关于单摆运动的说法中，正确的是（　　）

A．单摆的周期与摆球的质量有关

B．单摆做简谐运动时，其回复力由合力提供

C．将单摆从地球移到月球上，其周期将变大

D．当单摆的摆长变为原来的4倍时，周期也变为原来的4倍

【分析】由单摆的周期公式分析单摆的周期与哪些因素有关，与哪些因素无关，从而明确摆长和g变化时单摆周期T的变化情况；

单摆的回复力是重力沿摆球运动轨迹切向的分力，不是摆线的拉力与重力的合力。

【解答】解：A、根据单摆的周期公式：T＝2π菁优网-jyeoo可知单摆的周期与摆球的质量无关，故A错误；

B、单摆在运动过程中的回复力是重力沿圆弧方向上切向分力，即摆线的拉力与重力的合力沿圆弧方向上切向分力，此时还有沿径向的分力，故B错误；

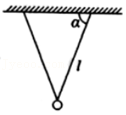
C、将单摆从地球移到月球上，月球表面的重力加速度小于地球表面的重力加速度，根据单摆的周期公式：T＝2π菁优网-jyeoo可知其周期将变大，故C正确；

D根据单摆的周期公式：T＝2π菁优网-jyeoo可知当单摆的摆长变为原来的4倍时，周期也变为原来的2倍，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查单摆的性质，对于单摆的回复力、周期公式、简谐运动的条件是重点，通过周期公式，掌握单摆的周期与什么因素有关。

14．（丰润区校级月考）如图所示为一双线摆，它是在一水平天花板上用两根等长细绳悬挂一小球而构成的，绳的质量可以忽略，设图中的l和α为已知量，当小球垂直于纸面做简谐振动时，周期为（　　）



A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

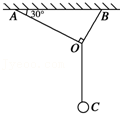
【分析】小球垂直纸面摆动，相当于绕两悬线中点摆动，计算出等效摆长，再根据单摆的振动周期公式即可正确求解。

【解答】解：如题图所示，小球在摆动时，等效摆长为lsinα，由于小球做简谐运动，由单摆的振动周期为菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题考查单摆周期公式，注意等效摆长的求法，掌握单摆周期公式即可正确求解。

15．（九台区校级期中）如图所示，三根细线于O点处打结，A、B两端固定在同一水平面上相距为L的两点上，使AOB成直角三角形，∠BAO＝30°．已知OC线长是L，下端C点系着一个小球（忽略小球半径），下面说法正确的是（　　）



A．让小球在纸面内摆动，周期T＝2π菁优网-jyeoo

B．让小球在垂直纸面方向摆动，周期T＝2π菁优网-jyeoo

C．让小球在纸面内摆动，周期T＝2π菁优网-jyeoo

D．让小球在垂直纸面内摆动，周期T＝2π菁优网-jyeoo

【分析】单摆周期公式菁优网-jyeoo，当小球在纸面内做小角度振动时，圆心是O点；当小球在垂直纸面方向做小角度振动时，圆心在墙壁上且在O点正上方．

【解答】解：A、C、当小球在纸面内做小角度振动时，圆心是O点，摆长为L，故周期为T＝菁优网-jyeoo，故A正确，C错误；

B、D、当小球在垂直纸面方向做小角度振动时，圆心在墙壁上且在O点正上方，摆长为l′＝（1+菁优网-jyeoo）L，

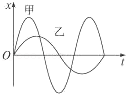
故周期为T＝2π菁优网-jyeoo，故BD错误；

故选：A。

【点评】本题关键找出摆长，然后根据单摆的周期公式列式求解，基础题．

**二．多选题（共8小题）**

16．（岢岚县校级月考）甲、乙两个单摆的振动图象如图所示。根据振动图象可以断定（　　）



A．若甲、乙两单摆在同一地点摆动，甲、乙两单摆摆长之比是9：4

B．甲、乙两单摆振动的频率之比是3：2

C．甲、乙两单摆振动的周期之比是2：3

D．若甲、乙两单摆在不同一地点摆动，但摆长相同，则甲乙两单摆所在地点的重力加速度之比为9：4

【分析】根据图象找到两个单摆的周期关系。根据T＝菁优网-jyeoo分析两单摆的频率的比值，根据单摆的周期公式分析重力加速度和摆长的比值；

【解答】解：ABC．根据图象可知，单摆振动的周期关系：菁优网-jyeooT甲＝T乙，所以周期之比为T甲：T乙＝2：3，频率为周期的反比，所以频率之比：f甲：f乙＝3：2；若甲乙在同一地点，则重力加速度相同，根据周期公式：菁优网-jyeoo，所以摆长之比与周期的平方成正比即为4：9，故A错误，BC正确；

D．若在不同地点，摆长相同，根据菁优网-jyeoo所得：重力加速度之比与周期的平方成反比，即为：9：4，故D正确；

故选：BCD。

【点评】解决该题的关键是熟记周期与频率的关系式，熟记单摆的周期公式。

17．（石家庄期末）下列说法正确的是（　　）

A．做简谐振动的物体，经过同一位置时，速度一定相同

B．单摆做简谐运动的周期与摆球的质量有关

C．部队过桥不能齐步走而要便步走，是为了避免与桥梁发生共振现象

D．我们在地球上接收到来自遥远星球的光波的波长变长，可以判断该星球正在离我们远去

【分析】（1）速度是矢量，有大小和方向。

（2）单摆周期公式：T＝2π菁优网-jyeoo判断；

（3）多普勒效应中，频率变大表示靠近，频率降低表示远离。

【解答】解：A．当物体经过同一位置时可能速度方向不同，所以速度不一定相同，故A错误；

B．单摆做简谐运动的周期与摆球的摆长及当地的重力加速度有关，符合公式T＝2π菁优网-jyeoo，与摆球的质量无关，故B错误；

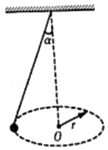
C．部队过桥不能齐步走而要便步走，是为了避免桥梁发生共振现象，故C正确；

D．我们在地球上接收到来自遥远星球的光波的波长变长，根据v＝λf知频率变小，根据多普勒效应，该星球正在距离我们远去，故D正确；

故选：CD。

【点评】该题考查了多个基本知识点，如单摆周期，共振以及多普勒效应，在平常的学习中加强对基本知识点的理解记忆；

18．（咸阳期中）如图所示，在一根长为L的细线下面系一质量为m的小球，将小球拉离竖直位置，使悬线与竖直方向成α角，给小球一个初速度，使小球在水平面内做匀速圆周运动，悬线旋转形成一个圆锥面，这就是常见的圆锥摆模型。关于圆锥摆，下面说法正确的是（　　）



A．小球质量越大，圆锥摆的周期越小

B．小球线速度v越大，圆锥摆的周期T越大

C．悬点距离小球轨道平面越高，圆锥摆的周期T越大

D．小球做匀速圆周运动的线速度v越大，小球的向心加速度越大

【分析】由圆锥摆的公式可知周期与质量无关；结合小球做匀速圆周运动以及向心加速度与线速度之间的关系可知，线速度越大，圆锥摆的周期越小；悬点距离小球运动轨迹所在平面越高，即角度α越小，结合三角函数可知周期越大；小球在水平面的匀速圆周运动线速度越大，则由菁优网-jyeoo＝ma，可知，小球的加速度越大。

【解答】解：A、根据圆锥摆的周期公式可得T＝菁优网-jyeoo，可知圆锥摆周期与质量无关，故A错误；

B、根据小球在水平面做圆周运动可知菁优网-jyeoo＝mgtanα，故线速度越大，tanα越大，即α越大，又因为菁优网-jyeoo，故cosα越小，由T＝菁优网-jyeoo可知周期应越小，故B错误；

C、若悬点距离小球所在轨迹平面越高，即α越小，则在菁优网-jyeoo时，故cosα越大即周期越大，故C正确；

D、由于小球做匀速圆周运动的线速度与加速度之间的关系为菁优网-jyeoo＝ma，故线速度越大，小球的加速度越大，故D正确；

故选：CD。

【点评】本主要考查单摆周期与小球运动的关系，并结合对于小球的向心力与速度之间的关系，可得结果，较为基础。

19．（江苏）一单摆做简谐运动，在偏角增大的过程中，摆球的（　　）

A．位移增大 B．速度增大 C．回复力增大 D．机械能增大

【分析】明确单摆的摆动过程，知道其平衡位置在竖直方向，偏角增大时位移、回复力、加速度增大；而速度减小；同时明确单摆在振动过程中机械能不变。

【解答】解：A、偏角增大时，摆球向最大位移处移动，相对于平衡位置的位移一定增大，速度减小；故A正确，B错误；

C、回复力与位移成正比，故回复力增大，故C正确；

D、由于单摆在运动过程中只有重力做功，故机械能守恒，故D错误。

故选：AC。

【点评】本题考查简谐运动的性质，要明确做简谐运动物体的位移、速度、加速度以及能量的周期性变化的情况。

20．（海安市校级期中）下列说法正确的是（　　）

A．在干涉现象中，振动加强点的位移总比减弱点的位移要大

B．简谐机械波的频率等于单位时间内经过介质中一点的完全波的个数

C．火车鸣笛远离我们时，我们听到的笛声频率将比声源发声的频率低

D．单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期与单摆的摆长有关

【分析】在干涉现象中，振动加强点的振幅比减弱点的振幅要大，但是振动加强点的位移比减弱点的位移不一定大；根据机械波的特点知，简谐机械波的频率等于单位时间内经过介质中一点的完全波的个数；根据多普勒效应，火车鸣笛远离我们时，我们听到的笛声频率将比声源发声的频率低；单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期与单摆的摆长无关。

【解答】解：A、在干涉现象中，振动加强点的振幅比减弱点的振幅要大，但是振动加强点的位移比减弱点的位移不一定大，故A错误。

B、根据机械波的特点知，简谐机械波的频率等于单位时间内经过介质中一点的完全波的个数，故B正确。

C、根据多普勒效应，火车鸣笛远离我们时，我们听到的笛声频率将比声源发声的频率低，故C正确。

D、单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期与单摆的摆长无关，和策动力的频率有关，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查了单摆的周期、波的干涉、多普勒效应等知识点。这种题型知识点广，多以基础为主，只要平时多加积累，难度不大。

21．（汉中二模）下列说法正确的是（　　）

A．在摆角小于5°时单摆的周期与振幅无关

B．用三棱镜观察太阳光谱是利用光的干涉现象

C．在光导纤维束内传送图象是利用光的全反射现象

D．用标准平面检查光学平面的平整程度是利用光的偏振现象

E．两列波相叠加产生干涉现象，振动加强区域与振动减弱区域应交替出现

【分析】在摆角小于5°时单摆的周期与振幅无关；用三棱镜观察太阳光谱是利用光的色散现象，实际是由于太阳光两次折射形成的；在光导纤维束内传送图象是利用光的全反射现象；两列波相叠加产生干涉现象时，振动加强区域与减弱区域间隔出现，这些区域位置固定；透明的标准平面样板检查光学平面的平整程度是利用光的干涉现象。

【解答】A、在摆角小于5°的条件下，单摆的恢复力 F＝﹣mgsinθ＝﹣mg菁优网-jyeoo＝﹣KX，K＝菁优网-jyeoo。

　　根据简谐振动的周期公式：T＝2π菁优网-jyeoo＝2π菁优网-jyeoo

　　所以，单摆的周期为与摆角无关。故A正确；

B、用三棱镜观察太阳光谱是利用光的色散现象，实际是由于太阳光两次折射形成的；故B错误。

C、在光导纤维束内传送图象是利用光的全反射现象。故C正确。

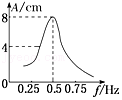
D、一用透明的标准平面样板检查光学平面的平整程度是利用光的干涉现象。故D错误。

E、两列波相叠加产生干涉现象时，振动加强区域与减弱区域间隔出现，这些区域位置不变，不是交替变化，故E错误。

故选：AC。

【点评】本题考查了单摆、光的折射、光的偏振、光的干涉以及光的叠加，属于基础题。这一类的题目多加积累即可。

22．（江阴市校级期中）一个单摆在地面上做受迫振动，其共振曲线（振幅A与驱动力频率f的关系）如图所示，则下列说法正确的是（　　）



A．此单摆的固有周期约为2s

B．此单摆的摆长约为1m

C．若摆长增大，单摆的固有频率增大

D．若摆长增大，共振曲线的峰将向左移动

【分析】根据驱动频率与共振频率相近时，单摆的振幅最大可知，摆的周期；由单摆的周期公式可得出摆长，并分析出摆长增大时，周期相应增大频率相应减小。

【解答】解：

A、由图可知该单摆的周期为菁优网-jyeoo，故A正确；

B、由单摆周期公式菁优网-jyeoo，可知摆长约为1m，故B正确；

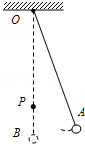
C、同样由单摆周期公式可知摆长增加，则单摆周期增加，故固有频率减小，故C错误，

D、共振曲线的峰值将向左移动，故D正确

故选：ABD。

【点评】本题可直接由共振曲线得出单摆周期，再由单摆周期公式分析出结果。

23．（历下区校级期中）如图所示，长度为l的轻绳上端固定在O点，下端系一小球（小球可以看成质点）．在O点正下方，距O点菁优网-jyeoo处的P点固定一颗小钉子．现将小球拉到点A处，轻绳被拉直，然后由静止释放小球．点B是小球运动的最低位置，点C（图中未标出）是小球能够到达的左方最高位置．已知点A与点B之间的高度差为h，h＜＜l．A、B、P、O在同一竖直平面内．当地的重力加速度为g，不计空气阻力．下列说法正确的是（　　）



A．点C与点B高度差小于h

B．点C与点B高度差等于h

C．小球摆动的周期等于菁优网-jyeoo

D．小球摆动的周期等于菁优网-jyeoo

【分析】小球摆动过程中，只有重力做功，机械能守恒；左右两侧摆动过程摆长不同，根据单摆的周期公式求解周期菁优网-jyeoo．

【解答】解：A、B、小球摆动过程中，只有重力做功，机械能守恒，两侧最高点动能均为零，故重力势能也相等，故最大高度相同，故A错误，B正确；

C、D、小球B→A→B的时间为：t1＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo；

小球B→C→B的时间为：t2＝菁优网-jyeoo；

故小球摆动的周期为：T＝t1+t2＝菁优网-jyeoo；

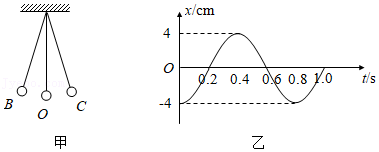
故C正确，D错误；

故选：BC。

【点评】本题关键是明确小球摆动过程中机械能守恒，同时要能够结合单摆的周期公式列式求解，基础题．

**三．填空题（共5小题）**

24．（青浦区期末）如图甲是一个单摆在小角度振动的情形，O是它的平衡位置，B、C是摆球所能到达的最远位置。设摆球向右方向运动为正方向。图乙是这个单摆的振动图象，根据图象：单摆开始振动时刻摆球在　 　位置（选填“B”、“O”、或“C”），若此地的重力加速度g取10m/s2，那么这个摆的摆长为　0.16　m。



【分析】初始时刻，摆球在负的最大位移处，根据摆球向右方向运动为正方向分析摆球开始时刻摆的位置；根据单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo求摆长。

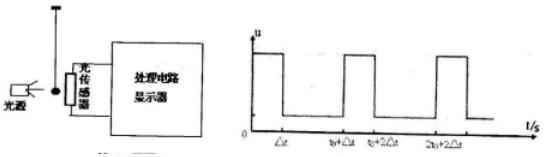
【解答】解：初始时刻，摆球在负的最大位移处，由摆球向右方向运动为正方向可知，开始时刻摆球在B位置；

由图乙可知，单摆的周期为T＝0.8s，根据T＝2π菁优网-jyeoo，代入数据解得：L＝0.16m。

故答案为：B；0.16。

【点评】解答本题的关键是知道单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo。

25．（浙江模拟）细线和小铁球组成单摆，如左图所示装置测量单摆的周期，单摆置于光源和光传感器之间并垂直纸面运动，当摆球遮住光束瞬间，传感器上电压将产生变化，在显示器上输出相应的u﹣t图象如右图，则单摆的周期为　2（t0+△t）　，现保持细线长度不变将小铁球的质量更换为原来的2倍，单摆的周期将　变大　（填“变大”或“变小”或“不变”）



【分析】摆球必须两次完整经过光电门才算经过一个周期，根据u﹣t图象可以读出此单摆的周期；小铁球的质量更换为原来的2倍，则小球的直径变大，减小经过光电门所有时间△t增大。

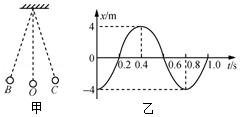
【解答】解：摆球必须两次完整经过光电门才算经过一个周期，如图单摆的周期为：T＝2（t0+△t）

小铁球的质量更换为原来的2倍，则小球的直径变大，减小经过光电门所有时间△t增大，周期T＝2（t0+△t）变大。

故答案为：2（t0+△t），变大。

【点评】本题考查了单摆的周期。理解单摆周期的物理意义以及从u﹣t图象读出周期是本题的关键。

26．（常州期末）如图甲所示是一个单摆振动的情形，O是它的平衡位置，B、C是摆球所能到达的最远位置。设向右为正方向，图乙是这个单摆的振动图象。该单摆振动的频率是　1.25　Hz，若振幅有所减小，则振动周期将　不变　（选填“增大”“减小”或“不变”）。



【分析】单摆做简谐运动，完成一次全振动的时间为一个周期，图上相邻两个最大值之间的时间间隔为一个周期。由图象求出单摆的周期，然后求出频率；由单摆的周期公式知，单摆的周期与振幅无关，故周期不变。

【解答】解：由乙图可知，单摆的周期T＝0.8s，则单摆的频率f＝菁优网-jyeoo；

根据单摆的周期公式菁优网-jyeoo可知，单摆的周期与振幅无关，故当振幅减小时，单摆的周期不变。

故答案为：1.25；不变。

【点评】本题关键是能由摆的振动图象读出摆的周期，知道单摆的周期与振幅无关。

27．（奉贤区二模）单摆做简谐振动时回复力是由摆球　重力沿圆弧切线　的分力提供。用单摆测重力加速度实验中，尽量做到摆线要细，弹性要小，质量要轻，其质量要　远小于　摆球质量。

【分析】在摆角比较小的情况下（一般小于5°），可以认为单摆做简谐振动，其回复力由摆球重力圆弧切线方向的分力提供；用单摆测重力加速度实验中，尽量做到摆线要细，是为减少空气阻力的影响；弹性要小，是为了保证实验中摆长不变，周期不变；质量要；远小于摆球质量，否则就不是单摆而是复摆了，周期就是复摆的周期。

【解答】解：单摆是指在摆角小于5°的情况下，由摆球重力圆弧切线方向的分力提供回复力，认为单摆做简谐振动，故第一个空填写“重力沿圆弧切线”；

在用单摆测重力加速度实验中，摆线质量要远小于摆球质量，否则就不是单摆而是复摆了，周期就是复摆的周期，从而影响实验，所以第一个空填写“远小于“。

故答案为：重力沿圆弧切线，远小于

【点评】本题考查单摆的回复力和单摆测重力加速度实验的基本注意事项，属于基本概念题；容易出错的是可能会认为单摆做简谐振动时回复力是重力与绳子拉力的合力，此处很容易犯错。

28．（浙江月考）在“探究单摆周期与摆长的关系”的实验中，测量单摆的周期时，图甲方便地把细绳绕在一根铁棒上，图乙用夹子夹住细绳再固定，这两种固定方法更合理的是　乙　（填“甲”或“乙”）。



【分析】单摆在摆动的过程中，摆长不能发生变化。

【解答】解：根据实验的基本要求，摆球在摆动的过程中，悬线的长度不能变化，甲图摆长变化，乙图摆长不变化，则选乙。

故答案为：乙

【点评】本题关键是明确单摆模型成立的前提条件：偏角较小，摆长固定。

**四．计算题（共2小题）**

29．（思明区校级期中）一个单摆的摆长为L＝10m，当该单摆做小角度摆动（摆角小于5°），忽略空气阻力，重力加速度为g＝10m/s2，求该单摆的振动周期。

【分析】已知摆长和重力加速度，根据单摆的周期公式菁优网-jyeoo即可求出单摆的振动周期。

【解答】解：根据单摆的周期公式菁优网-jyeoo可得，单摆的周期T＝2π菁优网-jyeoos＝2π（s）。

答：该单摆的振动周期为2π（s）。

【点评】本题考查单摆周期公式的掌握，知道在摆角较小时单摆为简谐运动，可以根据菁优网-jyeoo求解单摆的周期。

30．（山东月考）某人用单摆在某星球表面测定某山顶高度，在山顶用标准计时装置记录单摆振动500次的时间，再将单摆移到海拔高度为0的地方，在同一时间内，单摆振动501次，已知该星球半径为R＝3000千米，求该山的海拔高度。

【分析】根据万有引力和物体受到的重力的大小相等可以求得在地面上和高度为H处的重力加速度大小的表达式，进而由单摆的周期公式可以求得高度的大小。

【解答】解：设单摆的摆长为L，星球的质量为M，根据万有引力定律可得地面的重力加速度和高度为H时的重力加速度分别为：

g＝菁优网-jyeoo，gH＝菁优网-jyeoo

根据单摆的周期公式可知在山下，周期：菁优网-jyeoo，

在山顶：T＝菁优网-jyeoo，

由题意：500T＝501T0

代入数据解得，H＝菁优网-jyeoom＝6×103m

答：该山的海拔高度为6×103m。

【点评】解决该题的关键是掌握单摆周期公式的表达式，能根据重力等于万有引力推导出地球表面的重力加速度以及离地面高H处的重力加速度的表达式。