## 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．

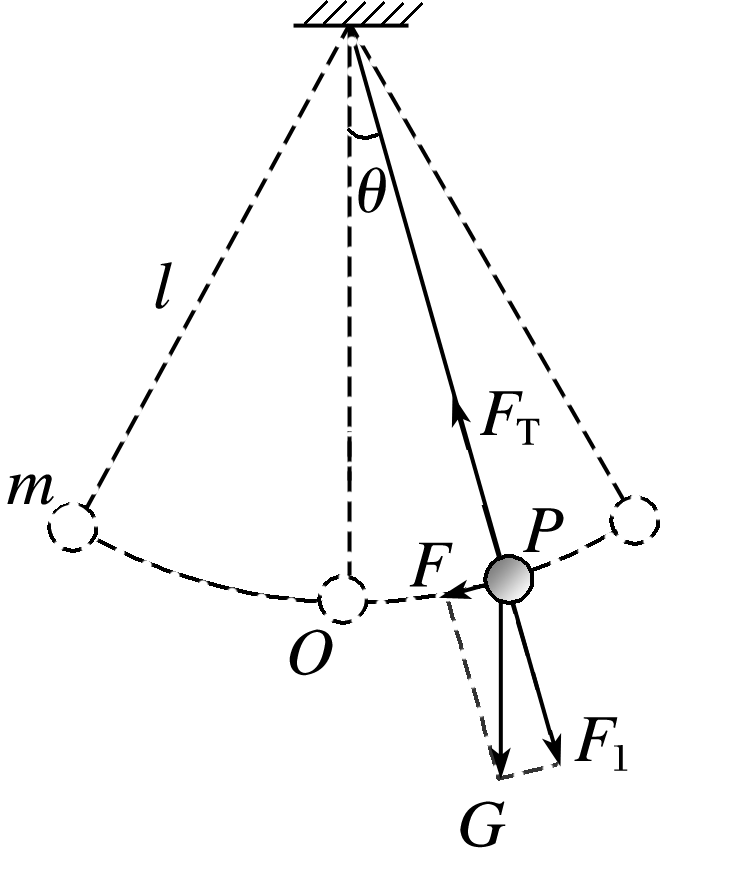
(2)公式：*T*＝2π，即周期*T*与摆长*l*的二次方根成正比，与重力加速度*g*的二次方根成反比，而与振幅、摆球质量无关．

## 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%)．

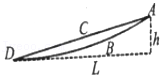
(2)公式中*l*是摆长，即悬点到摆球球心的距离*l*＝*l*线＋*r*球．

(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．（青岛二模）如图，水平面上固定光滑圆弧面ABD，水平宽度为L，高为h且满足L＞＞h。小球从顶端A处由静止释放，沿弧面滑到底端D经历的时间为t。若在圆弧面上放一光滑平板ACD，仍将小球从A点由静止释放，沿平板滑到D的时间为（　　）



A．t B．菁优网-jyeoot C．菁优网-jyeoot D．菁优网-jyeoot

【分析】小球沿光滑圆弧面ABD运动到底端相当于单摆的运动，小球沿光滑斜面ACD滑到D，满足“等时圆”原理，结合位移﹣时间公式求出运动的时间。

【解答】解：设该圆弧对应的半径为R，小球沿光滑圆弧面ABD运动到底端的时间相当于摆长为R的单摆周期的菁优网-jyeoo，

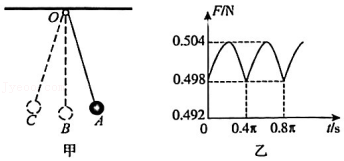
则有：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，

小球光滑斜面ACD滑到D的时间为t′，根据等时圆原理可知，小球从光滑斜面ACD滑到D的时间与从高为2R处自由下落的时间相等。根据菁优网-jyeoo得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故B正确，A、C、D错误。

故选：B。

【点评】本题主要是考查牛顿第二定律中等时圆问题和单摆的周期公式，掌握“等时圆”原理和单摆的周期公式是关键。

2．（顺义区二模）如图甲所示，O点为单摆的固定悬点，在此处将力传感器与摆线相连（图甲中未画出）。现将摆球拉到A点，释放摆球，摆球将在竖直面内的A、C之间来回摆动，其中B点为运动中的最低位置。图乙为细线对摆球的拉力大小F随时间t变化的图像，图乙中t＝0为摆球从A点开始运动的时刻，重力加速度g取10m/s2。下列说法正确的是（　　）



A．单摆的摆长为2.5m

B．摆球的质量为0.0498kg

C．单摆的振动周期为0.8πs

D．摆球运动过程中的最大速度为菁优网-jyeoom/s

【分析】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，求出最高点和最低点绳子拉力的表达式，再结合动能定理求出摆球的质量和最大速度。

【解答】解：AB、小球在最低点拉力最大，在一个周期内两次经过最低点，根据该规律T＝0.8πs，根据单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，可知L＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom＝1.6m。故A错误，C正确；

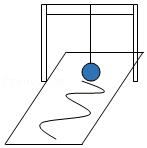
BD、在最高点A，有Fmin＝mgcosθ＝0.498N，在最低点B，有Fmax＝mg+菁优网-jyeoo＝0.504N，从A到B，由动能定理得：mgL（1﹣cosθ）＝菁优网-jyeoomv2，代入数据解得：m＝0.05kg，v＝菁优网-jyeoom/s。故BD错误。

故选：C。

【点评】解答本题的关键掌握单摆的运动规律，知道单摆的周期公式，以及会灵活运用动能定理、牛顿第二定律解题。

## 随堂练习

1．（浦东新区二模）用如图实验装置研究单摆的振动图像，图中的摆球是质量分布均匀的空心球，给球中灌满墨水。摆动中，墨水可以从球体正下方小孔中缓缓流出，到墨水全部流完，摆球的振动周期（　　）



A．逐渐变大 B．先变大后变小

C．逐渐变小 D．先变小后变大

【分析】利用单摆的周期公式，分析球和墨水的重心变化可知摆长先变大后变小，所以周期先变大后变小。

【解答】解：单摆做简谐运动，周期是T＝2π菁优网-jyeoo，装满水的空心球，重心在球心，随着墨水的流失，重心下降，而水流完后，重心回到球心，即上移了，这个过程中，摆长先变大后变小，所以周期先变大后变小。故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查单摆的周期公式，关键还要分析物体重心的变化，从而知道摆长的变化。

2．（嘉定区期末）某同学为了估算地球的质量，用摆长为L的单摆做小振幅摆动，测得周期为T，若地球半径为r，则地球质量为（　　）

A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo

C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】根据单摆周期公式列出等式表示出地球表面重力加速度。

根据万有引力等于重力求出地球的质量。

【解答】解：根据单摆周期公式列出等式：

T＝2π菁优网-jyeoo

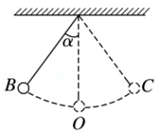
根据地球表面万有引力等于重力得：菁优网-jyeoo＝mg

联立解得地球质量：M＝菁优网-jyeoo，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】该题考查了万有引力定律的相关知识，明确单摆的周期公式，根据万有引力提供向心力即可求解。

3．（双城区校级期末）如图所示，单摆的周期为T，则下列说法正确的是（　　）



A．把摆球质量增加一倍，其它条件不变，则单摆的周期变小

B．把摆角α变小，其它条件不变，则单摆的周期变小

C．将单摆摆长增加为原来的2倍，其它条件不变，则单摆的周期将变为2T

D．将此摆从地球赤道移到两极上，其它条件不变，则单摆的周期将变短

【分析】单摆摆角小于5°时，周期满足公式T＝2π菁优网-jyeoo，据此分析即可。

【解答】解：单摆的周期满足：T＝2π菁优网-jyeoo

A、单摆的周期与质量无关，故A错误；

B、把摆角α变小，其他条件不变，则单摆的周期不变，故B错误；

C、摆长增加为原来的2倍，周期变为原来的菁优网-jyeoo倍，故C错误；

D、两极处的重力加速度大于赤道处，将此摆从地球赤道移到地球两极上，其他条件不变，则单摆的周期将变短，故D正确；

故选：D。

【点评】该题关键是明确单摆做简谐振动的条件，知道单摆的周期的决定因素．基础题。

4．（诸暨市校级期中）在一圆形轨道上运行的人造同步地球卫星中放一只地球上走时正确的摆钟，则启动后这个钟将会（　　）

A．变慢 B．变快 C．停摆不走 D．快慢不变

【分析】人造卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，处于完全失重状态，一切与重力有关的现象会消失，据此分析。

【解答】解：人造卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，处于完全失重状态，一切与重力有关的现象会消失，

摆钟的运动，离不开重力的作用，则在一圆形轨道上运行的人造同步地球卫星中放一只地球上走时正确的摆钟，则启动后这个钟将停摆不走，故C正确，ABD错误。

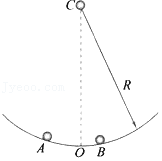
故选：C。

【点评】该题考查了人造卫星和完全失重的相关知识，明确人造卫星所处的状态，理解完全失重状态的含义是解题的关键。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（海口期中）A、B两个小球放在一段光滑圆弧曲面上，它们与圆弧最低点O之间的弧长OA＞OB，OA、OB均远小于圆弧半径。C球位于圆弧的圆心处，三个小球同时从静止开始运动，则到达O点所需时间的大小关系为（　　）



A．tA＞tB＞tC B．tC＞tA＞tB C．tA＝tB＞tC D．tC＞tA＝tB

【分析】根据自由落体规律计算C球的下落时间。AB球运动等效为单摆，根据单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo计算AB球运动时间。

【解答】解：设圆弧轨道半径为R，C球做自由落体运动，则有：菁优网-jyeoo，解之可得：菁优网-jyeoo

A、B球是等效单摆，按照单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，故从静止运动到O点，AB的时间为菁优网-jyeoo

因此有：tA＝tB＞tC

故ABD错误，C正确

故选：C。

【点评】考察单摆运动的运动时间计算。在满足简谐运动的前提下，根据单摆的周期公式计算即可。

2．（清江浦区校级期末）弹簧振子做简谐运动，O为平衡位置，当它经过点O时开始计时，经过0.5s，第一次到达点M，再经过0.2s第二次到达点M，则弹簧振子的周期可能为（　　）

A．0.8s B．1.4s C．1.6s D．2.0s

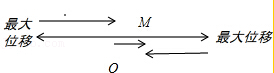
【分析】弹簧振子的周期是振子完成一次全振动的时间，分析振子振动的过程，考虑通过M点双向性，确定周期。

【解答】解：作出示意图如图，

菁优网：http://www.jyeoo.com

若从O点开始向右振子按下面路线振动，则振子的振动周期为：

T1＝4×（0.5+菁优网-jyeoo）s＝2.4s



如图，若从O点开始向左振子按下面路线振动，

令从O到M的时间为t，则有：菁优网-jyeoo+t＝菁优网-jyeoo

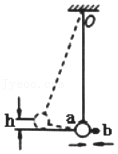
则可解得：t＝0.1s

则振子的振动周期为：T2＝4×（菁优网-jyeoo+0.1s）＝0.8s，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题关键要抓住振子开始振动的方向有两种，可能经过两种路线完成一次全振动，即考虑双向性。

3．（柯桥区模拟）如图所示，摆球a向右摆动到最低点时，恰好有一沿水平向左运动的子弹b射入摆球球心，并留在其中，且摆动平面不变（摆线长远大于摆球的直径）。已知碰撞前摆球摆动的最高点与最低点的高度差为h，摆球质量是子弹质量的5倍，子弹的速度是摆球速度的8倍。则击中后（　　）



A．摆动的周期变大

B．摆球仍向右摆动

C．摆球的最高点与最低点的高度差为0.5h

D．摆球的最高点与最低点的高度差为0.25h

【分析】单摆的周期是由单摆的摆长和当地的重力加速度的大小共同决定的，与摆球的质量和运动的速度无关。

a球在下降的过程中，机械能守恒，可以求得a球的速度的大小，在与子弹b碰撞的过程中，它们的动量守恒，从而可以求得子弹b碰后的速度的大小，再次根据机械能守恒可以求得最大的高度。

【解答】解：A、单摆的周期与摆球的质量无关，只决定于摆长和当地的重力加速度。所以A错误。

B、在a球向下摆的过程中，只有重力做功，机械能守恒：Mgh＝菁优网-jyeoo

子弹碰撞a过程时间极短，两者组成的系统动量守恒：Mv1﹣m•8v1＝（M+m）v2，

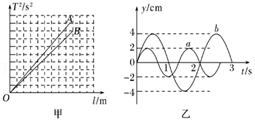
解得菁优网-jyeoo，碰撞后摆球向左运动，故B错误；

CD、碰撞后摆动过程中，机械能守恒，（M+m）gh′＝菁优网-jyeoo，得h'＝0.25h。故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】分析清楚物体运动的过程，分过程利用机械能守恒和动量守恒即可求得结果。

4．（章丘区校级月考）有两个同学利用假期分别去参观北京大学和南京大学的物理实验室，各自在那里利用先进的DIS系统较准确地探究了“单摆的周期T与摆长l的关系”，他们通过校园网交换实验数据，并由计算机绘制了T2﹣l图象，如图甲所示；另外，在南京大学做探究的同学还利用计算机绘制了a、b两个摆球的振动图象（如图乙所示），则下列说法正确的是（　　）



A．去北京大学的同学所测实验结果对应图甲中的A 线

B．由图乙可知，两单摆摆长之比菁优网-jyeoo

C．在t＝1s时，b球正沿y轴正方向运动

D．在t＝1s时，a球速度为0

【分析】由T＝菁优网-jyeoo得，菁优网-jyeoo，知T2～L图象的斜率越大，则重力加速度越小；由T＝菁优网-jyeoo知，两单摆摆长之比菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo；摆球在最大位移时，速度为零。

【解答】解：A、由T＝菁优网-jyeoo得，菁优网-jyeoo，知T2～L图象的斜率越大，则重力加速度越小，因为南京当地的重力加速度小于北京，去北大的同学所测实验结果对应的图线的斜率小，应该是B图线，故A错误；

B、由振动图线知，两单摆的周期比为菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由T＝菁优网-jyeoo知，两单摆摆长之比菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故B错误；

C、由振动图象得，在t＝1s时，b球沿y轴负方向运动，故C错误；

D、在t＝1s时，a球在负的最大位移处，此时速度为零，故D正确。

故选：D。

【点评】解决本题的关键知道单摆的周期公式，以及知道T2～L图象的斜率表示什么。学会根据振动图线判断摆球速度和位移。

5．（顺义区校级期中）单摆A在地球表面的振动周期与单摆B在月球表面的振动周期相等，已知月球表面的重力加速度是地球表面重力加速度的菁优网-jyeoo，则它们的摆长之比LA：LB等于（　　）

A．1：6 B．1：菁优网-jyeoo C．6：1 D．36：1

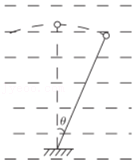
【分析】根据单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo得到摆长L的表达式，再根据月球表面的重力加速度和地球表面重力加速度的关系分析即可。

【解答】解：单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo，则L＝菁优网-jyeoo，又有TA＝TB，故得菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故ABD错误，C正确；

故选：C。

【点评】本题的关键是根据单摆周期公式T＝菁优网-jyeoo得到L的表达式，再结合重力加速度的关系分析。

6．（恩施市模拟）如图所示，将密度为ρ（小于水的密度ρ水）的小球用长为L的细线拴住并固定在装满水的容器底部，忽略阻力，将小球与竖直方向拉开一小角度，小球做简谐运动，重力加速度取g，小球简谐运动的周期可能为（　　）



A．2π菁优网-jyeoo B．2π菁优网-jyeoo

C．2π菁优网-jyeoo D．2π菁优网-jyeoo

【分析】摆球静止不动时绳子的拉力即为等效重力，求出等效重力加速度，根据菁优网-jyeoo求单摆的周期。

【解答】解：由于小球所受浮力大于重力，取浮力与重力的合力视为等效重力，则菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，得等效重力加速度菁优网-jyeoo

小球简谐运动的周期菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故C正确，ABD错误；

故选：C。

【点评】本题考查机械振动，关键是知道单摆的周期公式菁优网-jyeoo，可以把g理解为等效重力加速度，即摆球相对悬点静止时摆线的拉力F与摆球质量的比值，考查分析综合能力，考查科学思维。

7．（湖北期中）关于单摆，下列说法正确的是（　　）

A．单摆摆球从平衡位置运动到最大位移处再回到平衡位置完成一次全振动

B．若单摆做简谐运动的周期为T，则摆球动能变化的周期也为T

C．摆球重力沿圆弧切线方向的分力提供单摆摆球的回复力

D．单摆摆球经过平衡位置时加速度为零

【分析】单摆摆球从平衡位置运动到最大位移处再回到平衡位置完成的不是一次全振动；回复力由重力沿摆球运动轨迹切向的分力提供，总是指向平衡位置。摆球经过平衡位置时，所受的合力不为零，加速度不为零。

【解答】解：A、单摆摆球从平衡位置运动到最大位移处再回到平衡位置是半个周期，故A错误。

B、若单摆做简谐运动的周期为T，则摆球动能变化的周期为菁优网-jyeoo，故B错误。

C、将单摆小球进行受力分析可知，单摆摆球的回复力是摆球重力沿圆弧切线方向的分力，故C正确。

D、在平衡位置时，回复力为零，切向加速度为零，但所受的合力不为零，故加速度不为零，故D错误。

故选：C。

【点评】知道单摆运动回复力的来源，只有当合外力为零时，加速度才是零。正确理解单摆完成一次全振动的含义。

8．（山东一模）下列说法中正确的是（　　）

A．把调准的摆钟，由北京移至赤道，这个钟将变慢，若要重新调准，应增加摆长

B．振动的频率越高，则波传播一个波长的距离所用的时间越长

C．1905年爱因斯坦提出的狭义相对论是以相对性原理和光速不变原理这两条基本假设为前提的

D．照相机的镜头涂有一层增透膜，其厚度应为入射光在真空中波长的菁优网-jyeoo

【分析】调准的摆钟，由北京移至赤道，由于重力加速度变小，这个钟将变慢，若要重新调准，应减小摆长。

振动的频率越高，则波传播一个波长的距离所用的时间越短。

1905年爱因斯坦提出的狭义相对论是以相对性原理和光速不变原理这两条基本假设为前提的。

根据薄膜干涉的原理分析。

【解答】解：A、调准的摆钟，由北京移至赤道，由于重力加速度变小，根据单摆的周期公式：T＝2菁优网-jyeoo，这个钟的周期增大，钟将变慢，若要重新调准，应减小摆长，故A错误；

B、波传播一个波长的距离所用的时间为一个周期，振动的频率越高，周期越短，所用时间越短，故B错误；

C、1905年爱因斯坦提出的狭义相对论是以相对性原理和光速不变原理这两条基本假设为前提的，故C正确；

D、当增透膜的厚度为入射光在增透膜中波长的菁优网-jyeoo时，从增透膜前后表面的反射光相互抵消，从而减少了反射，增加了透射，故D错误。

故选：C。

【点评】此题考查了单摆的周期、薄膜干涉和狭义相对论等知识，解题的关键是明确增透膜的原理是薄膜干涉，增透膜的厚度为入射光在增透膜中波长的菁优网-jyeoo，不是在真空中波长的菁优网-jyeoo。

9．（松江区期末）同一地方的两个单摆，做简谐运动的周期相同，则它们具有相同的（　　）

A．摆球质量 B．振幅 C．摆球半径 D．摆长

【分析】同一地点的重力加速度g相等，根据单摆周期公式分析作答。

【解答】解：根据单摆周期公式可知，T＝菁优网-jyeoo，同一地点，则g相等，由周期T相等，则摆长相等，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】本题考查了单摆的周期，解题的关键是周期公式的灵活运用。

10．（烟台期末）一个单摆在海平面上的振动周期是T0，把它拿到海拔高度很高的山顶上，该单摆的振动周期变为T，关于T与T0的大小关系，下列说法中正确的是（　　）

A．T＝T0

B．T＞T0

C．T＜T0

D．无法比较T与T0的大小关系

【分析】根据周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，放在高度很高的山顶时，重力加速度变化，导致周期变化。

【解答】解：单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，其放在高度很高的山顶上，重力加速度变小，其振动周期一定大，即T＞T0，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查了单摆的周期公式的计算，解题的关键是单摆周期公式的灵活运用，明确高度越高，重力加速度越小。

11．（西城区校级期末）单摆摆长为L，若将摆长增加1m，则周期变为原来的1.5倍，则摆长L为（　　）

A．0.5m B．0.8m C．1.5m D．2m

【分析】根据单摆的周期公式菁优网-jyeoo即可求解．

【解答】解：根据单摆的周期公式有：菁优网-jyeoo①

若将摆长增加1m，则周期变为原来的1.5倍，则有：1.5T＝菁优网-jyeoo②

由①②解得：L＝0.8m

故选：B。

【点评】该题考查了单摆周期公式的直接应用，难度不大，属于基础题．

12．（东阳市校级期中）做“用单摆测定重力加速度”的实验，下述说法中正确的是 （　　）

A．测量摆长时，应先将单摆放置在水平桌面上，然后用力拉紧摆线测量悬点到球心的距离

B．单摆的偏角不要超过5°，当摆球运动到两侧位置时迅速按下秒表开始计时

C．为了精确测量单摆的周期，起码要测量小球作100次全振动所用的时间

D．如果小球的重心不在中心，通过一定方法也能精确测定重力加速度

【分析】根据实验原理结合减少误差的方法进行分析，比如：测量摆长时，应将单摆竖直悬挂，使摆线处于自然长度时测量悬点到球心的距离。

【解答】解：A．测量摆长时，应该将单摆悬挂在铁架台上后进行测量自然长度，且不可以用力拉，故A错误；

B．偏角不要超过5°，将摆球拉到最大位移处释放，当摆球摆到最低点时快速按下秒表开始计时，故B错误；

C、为了精确测量单摆的周期，尽可能测出多次振动的时间，不一定测量小球作100次全振动所用的时间，故C错误。

D、根据周期公式T＝菁优网-jyeoo，解得L＝菁优网-jyeoo，做出L﹣T2图象，斜率表示菁优网-jyeoo，求解斜率可以测定重力加速度，与摆长是否正确测量关系不大，故D正确。

故选：D。

【点评】解决本题的关键掌握单摆的周期公式，知道测量重力加速度的实验原理，根据实验原理分析实验的注意事项。

13．（全国）一带有钟摆（可视为单摆）的机械时钟每天快5分钟。若要使其准确计时，可适当（　　）

A．加长钟摆长度 B．减小钟摆长度

C．增加摆球质量 D．减小摆球质量

【分析】分析题意确定钟摆周期变短，从增大周期的方面调整。

根据单摆周期公式分析增大周期的方法。

【解答】解：时钟每天快5分钟，即周期变短，根据单摆周期公式可知，T＝2π菁优网-jyeoo，

加长钟摆长度，可以增大周期，使其准确计时，减小钟摆长度，可以减小周期，增加摆球质量和减小摆球质量不会改变周期，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】此题考查了单摆的周期公式，解题的关键是单摆周期公式的灵活运用。

14．（西湖区校级月考）摆长是1m的单摆在某地区振动周期是2s，则在同一地区（　　）

A．摆长是0.5m的单摆的周期是0.707s

B．摆长是0.5m的单摆的周期是1s

C．周期是1s的单摆的摆长为2m

D．周期是4s的单摆的摆长为4m

【分析】摆长是1m的单摆在某地区振动周期是2s，根据单摆的振动周期公式T＝2π菁优网-jyeoo求解重力加速度；

代入周期公式求解周期或摆长。

【解答】解：摆长是1m的单摆在某地区振动周期是2s，根据单摆的振动周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可知，重力加速度g＝菁优网-jyeoo＝π2m/s2；

AB、摆长是0.5m的单摆的周期T＝2菁优网-jyeoo＝2π×菁优网-jyeoos＝1.414s，故AB错误；

CD、周期是1s的单摆的摆长L'＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom＝0.25m，同理，周期是4s的单摆的摆长L''＝4m，故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了单摆的周期公式，解题的关键是根据题意求出重力加速度，然后根据周期公式求解。

15．（烟台期末）下列说法中正确的是（　　）

A．电磁波在同种介质中只能沿直线传播

B．机械波的传播周期与机械波中的质点做简谐运动的周期一定相等

C．单摆经过平衡位置时，合外力为零

D．做简谐运动的物体在菁优网-jyeoo个周期内经过的路程一定为振幅的菁优网-jyeoo倍

【分析】电磁波在同种均匀介质中沿直线传播；对于单摆，重力的径向分量和拉力的合力提供向心力；做简谐运动的物体在半个周期内经过的路程一定为振幅的2倍，在菁优网-jyeoo个周期内经过的路程不一定为振幅的菁优网-jyeoo倍。

【解答】解：A、电磁波在同种均匀介质中沿直线传播，若不均匀，传播路径会改变，故A错误；

B、机械波的传播周期性是质点振动周期性的反映，机械波的传播周期与机械波中的质点做简谐运动的周期相等，故B正确；

C、单摆经过平衡位置时，重力和拉力的合力提供向心力，不为零，故C错误；

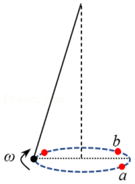
D、做简谐运动的物体在半个周期内经过的路程一定为振幅的2倍，而在菁优网-jyeoo个周期内经过的路程不一定为振幅的菁优网-jyeoo倍，那么在菁优网-jyeoo个周期内经过的路程也不一定为振幅的菁优网-jyeoo倍，故D错误；

故选：B。

【点评】本题考查了电磁波的传播、单摆的动力学特点、机械波、简谐运动、多普勒效应等，知识点多，难度小，关键记住相关的基础知识。

**二．多选题（共10小题）**

16．（海淀区模拟）根据高中所学知识可知，将一个单摆的摆球拉离平衡位置，无初速度地释放，经过一次全振动后，摆球将回到释放位置。但实际上，在北京使一摆长为60m的单摆的摆球偏离平衡位置3m后，无初速度地释放，经过一次全振动后，摆球将沿顺时针方向偏离释放点约3mm，如图所示。这一现象可解释为，小球除了受到重力和细线的拉力外，由于地球自转，在摆动过程中小球还受到一个“力”，该“力”的许多性质与带电粒子受到的洛伦兹力相似。例如，该力方向的确定可采用左手定则，由南指向北的地球自转轴的方向可类比成磁感线的方向，摆球的速度方向可类比成正电荷的速度方向；该力的大小与摆球垂直于地球自转轴的速率成正比。则下列说法错误的是（　　）



A．若将该单摆移动到北极做该实验，即使其他条件一样，现象将更明显

B．若将该单摆移动到赤道做该实验，即使其他条件一样，观察不到明显的偏离

C．若将该单摆移动到南半球做该实验，摆球将沿逆时针方向偏离释放点

D．在一次全振动中，该“力”先做正功后做负功，做的总功为零

E．在图中，小球从左向右运动的过程中受到垂直于摆动平面向外的“力”

F．在图中，小球从左向右运动将偏向直径的外侧，即图中的a点

G．这个实验巧妙地证明了地球在自转

【分析】对于此“力”的左手定则：张开手掌，使拇指与其余四指垂直，让地球自转轴由南向北穿过手心，四指指向摆球垂直于地球自转轴的分速度方向，拇指指向就是该“力”的方向；此“力”方向总与速度方向垂直；摆球垂直自转轴的分速度越大，此“力”越大，在南北极此“力”最大，在赤道处此“力”最小，以此分析各选项。

【解答】解：A、在北极，可用左手定则判断：张开手掌，使拇指与其余四指垂直，让地球自转轴向上穿过手心，四指指向摆球垂直于地球自转轴的分速度方向，拇指指向就是该“力”的方向，可知该“力”的方向垂直于小球运动方向和摆线所构成的平面，在北极摆球垂直于地球自转轴的分速度是最大的，则该“力”的大小是最大的，因此现象更明显，故A正确；

B、在赤道，同理用左手定则判断该力方向垂直于水平面向上或向下，所以摆球不偏离，因此观察不到明显的偏离，故B正确；

C、无论南北半球，由南向北的地球自转轴方向不变，用左手定则判断得到摆球都是沿顺时针方向偏离，故C错误。

D、该“力”类似洛伦兹力，分析始终与速度方向垂直，故不做功，故D错误。

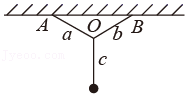
EFG、在图中，小球从左向右运动过程中，受到垂直于摆动平面向外的“力”，摆球的运动将偏向直径的外侧，即图中的a点（顺时针方向偏离）。此“力”是由于地球的自转产生的，该试验也巧妙的证明了地球的自转，故EFG正确。

此题选择不正确的

故选：CD。

【点评】此题考查知识迁移的能力，仔细审题，将以往学习知识进行迁移，根据题意将左手定则的要素一一对照即可。

17．（兴宁区校级月考）如图所示，三根细线a、b、c于O处打结，每根细线的长度均为L，a、b细线上端固定在同一水平面上相距为菁优网-jyeooL的A、B两点上，c细线下端系着一个小球（小球直径可以忽略），小球质量为m，下列说法正确的是（　　）



A．小球可以在纸面内做简谐运动，周期为T＝2π菁优网-jyeoo

B．小球可以在与纸面垂直的平面内做简谐运动，周期为T＝2π菁优网-jyeoo

C．小球可以在纸面内做简谐运动，周期为T＝2π菁优网-jyeoo

D．小球可以在与纸面垂直的平面内做简谐运动，周期为T＝π菁优网-jyeoo

【分析】小球在纸面内做简谐运动时，绕O点做单摆运动，根据摆长得出小球的周期；当小球在垂直纸面方向做简谐运动时，做单摆运动，所绕的点在O点正上方天花板上，确定等效单摆的摆长，从而得出周期的大小。

【解答】解：AC、小球在纸面内做简谐运动时，绕O点做单摆运动，摆长等于L，则周期T＝菁优网-jyeoo，故A正确，C错误；

BD、小球在于纸面垂直平面内做简谐运动时，做单摆运动，所绕的点在O点正上方天花板上，等效摆长l＝菁优网-jyeoo，则周期T＝菁优网-jyeoo，故B正确，D错误。

故选：AB。

【点评】解决本题的关键掌握单摆的周期公式，理解单摆的等效摆长，注意小球在垂直纸面做简谐运动时，等效摆长不是细线的长度为L。

18．（新课标Ⅰ卷一模）下列叙述正确的是（　　）

A．A单摆在周期性外力作用下作受迫振动，其振动周期与单摆摆长无关

B．产生多普勒效应的原因是波源的频率发生了变化

C．偏振光可以是横波也可以是纵波

D．做简谐振动的质点，先后通过同一个位置，其速度可能不相同

E．照相机镜头下阳光下呈现淡紫色是光的干涉现象

【分析】偏振光是垂直于传播方向的平面上，只沿某个特定方向振动，是横波而不纵波。声源相对于观测者在运动时，观测者所听到的声音会发生变化。当声源离观测者而去时，声波的波长增加，音调变得低沉，当声源接近观测者时，声波的波长减小，音调就变高。做简谐振动的质点先后经过同一位置时，速度有两种方向，速度不相同

【解答】解：A、单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期等于驱动力周期，与固有周期无关，而单摆的固有周期与摆长有关，所以其振动周期与单摆的摆长无关。故A正确。

B、产生多普勒效应的原因是观察者与波源的相对运动导致观察者接收的频率发生了变化，而波源的频率不变，故B错误；

C、自然光垂直于传播方向的上沿一切方向振动且各个方向振动的光波强度都相同，而偏振光是垂直于传播方向的平面上，只沿某个特定方向振动，偏振光是横波不是纵波，故C错误；

D、由于经过同一位置时速度有两种不同的方向，所以做简谐振动的质点先后经过同一位置时，速度方向可能不同，速度可能不相同。故D正确。

E、照相机的镜头呈现淡紫色是光的干涉现象，因为可见光有“红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫”七种颜色，而膜的厚度是唯一的，所以只能照顾到一种颜色的光让它完全进入镜头，一般情况下都是让绿光全部进入的，这种情况下，你在可见光中看到的镜头反光其颜色就是蓝紫色，因为这反射光中已经没有了绿光。故E正确；

故选：ADE。

【点评】考查偏振光的概念，知道的单摆的周期公式。并理解光的干涉与多普勒效应现象。

19．（海淀区校级期末）如图所示，小球从B点由静止释放，摆到最低点C的时间为t1，从C点向右摆到最高点的时间为t2．摆动过程中，如果摆角始终小于5°，不计空气阻力。下列说法中正确的是（　　）



A．t1＝t2，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率变小

B．t1＞t2，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率不变

C．t1＞t2，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率变小

D．t1＞t2，摆线碰钉子的瞬间，小球的加速度变大

【分析】根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo进行分析，注意摆动中摆长是变化的；同时根据受力情况以及功能关系确定小球的速率。

【解答】解：ABC、因摆角始终小于5°，则小球在钉子两边摆动时均可看做单摆，因为在左侧摆动时摆长较长，根据菁优网-jyeoo可知周期较大，因摆球在钉子两边摆动的时间均为其周期的菁优网-jyeoo，可知：t1＞t2；摆线碰钉子的瞬间，由于水平方向受力为零，可知小球的速率不变；故B正确，AC错误；

D、摆线碰钉子的瞬间，小球的速率不变，而半径变小，所以加速度变大，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题考查单摆的性质，知道摆长变化带来周期的变化，小球在碰钉子前后的速率不会发生突变。

20．（西华县校级期末）下列说法正确的是（　　）

A．未见其人先闻其声，是因为声波波长较长，容易发生衍射现象

B．机械波的频率越高，传播速度越大

C．在双缝干涉实验中，同等条件下用紫光做实验比用红光做实验得到的条纹更窄

D．在同一地点，当摆长不变时，摆球质量越大，单摆做简谐振动的周期越小

E．与平面镜的反射相比，全反射的反射率更高

【分析】闻其声不见其人是因为声音比光波长长，声波发生了明显的衍射现象。

机械波传播的速度与介质有关，与机械波的频率无关。

根据双缝衍射的条纹宽度的公式分析。

根据单摆的周期公式分析。

全反射棱镜的能量损失小，反射率高，几乎可达100%。

【解答】解：A、闻其声不见其人是因为声音比光波长长，声波发生了明显的衍射现象，而光波的衍射非常不明显，故A正确；

B、机械波传播的速度与介质有关，与机械波的频率无关，故B错误；

C、在双缝干涉实验中，根据干涉条纹间距公式△x＝菁优网-jyeoo，同种条件下，因紫光波长小于红光，则用紫光做实验比红光做实验得到的条纹更窄，故C正确；

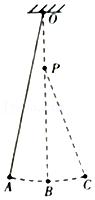
D、根据单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo分析知，在同一地点，当摆长不变时，单摆做简谐振动的周期与摆球的质量无关，故D错误；

E、全反射棱镜是根据全反射的原理制成，与平面镜相比，全反射棱镜的反射率高，几乎可达100%，故E正确。

故选：ACE。

【点评】此题考查了波的衍射、光的干涉、单摆周期公式和全反射等知识，解题的关键是明确光的双缝干涉条纹间距公式和单摆的周期公式。

21．（乌鲁木齐模拟）如图所示，长为L的轻绳一端系于O点，另一端系一小球，在O点正下方P点有一钉子。现将小球拉至A点由静止释放，小球摆至最低点B后继续向右摆至最高点C．整个过程中，小球摆角始终小于5°．下列说法正确的是（　　）



A．小球在C点时回复力最大

B．小球在B点时合力为零

C．小球从A摆至B点时合力突然变大

D．小球从A点摆至B点的时间等于从B点摆至C点的时间

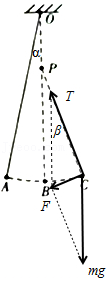
E．若将钉子的位置上移，则小球从A点摆至C点的时间变长

【分析】在小球运动的过程中，线的拉力不做功，小球的机械能守恒，小球经过最低点时小球的速度不变，由向心加速度公式和牛顿第二定律分析即可。

【解答】解：A、设OA与PC与竖直方向之间的夹角分别为α和β；由于细线的拉力始终与小球的速度垂直，对小球不做功，所以小球的机械能守恒，根据机械能守恒得知，小球到达右侧的最大高度等于左侧的最大高度；由几何关系可知，α＜β；

根据单摆的特点可知，小球离开平衡位置的位移越大，则回复力越大，所以AB之间A点回复力最大，BC之间C点回复力最大；

而小球在A点或C点，小球受到的合力是由重力与绳子的拉力提供，如C点的受力如图，则：



所以：F＝mgsinβ

同理，在A点：F′＝mgsinα

所以：F＞F′

综合可知，小球在C点受到的回复力最大。故A正确；

B、小球运动的轨迹是圆周运动的一部分，则小球在最低点B点受到的合外力提供向心力。故B错误；

C、小球到达最低点后速度不变，由a＝菁优网-jyeoo，r变小，则小球的加速度突然增大；

根据牛顿第二定律得 F﹣mg＝ma，故小球受到的合外力增大。故C正确；

D、小球做单摆运动的周期：T＝菁优网-jyeoo，由于AO的长度大于CO的长度，所以小球在AB段运动的时间大于小球在BC段运动的时间。故D错误。

E、小球做单摆运动的周期：T＝菁优网-jyeoo，将钉子的位置上移，则小球的周期增大，所以从A点摆至C点的时间变长。故E正确

故选：ACE。

【点评】本题的关键要抓住小球通过最低点时的速度不变，要注意细绳前后转动半径的变化，再由向心力公式分析小球受到的合外力的变化。

22．（西宁二模）下列关于单摆的认识说法正确的是（　　）

A．伽利略通过对单摆的深入研究，得到了单摆周期公式

B．将摆钟由广州移至哈尔滨，为保证摆钟的准确，需要将钟摆调长

C．在利用单摆测量重力加速度的实验中，将绳长当做摆长代入周期公式导致计算结果偏小

D．将单摆的摆角从5°改为3°，单摆的周期不变

E．探球运动到平衡位置时，合力为零

【分析】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。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。单摆做简谐运动的条件是摆角很小如小于5°。

【解答】解：A、根据物理学史可知，伽利略得出了单摆的同时性，是惠更斯得出单摆的周期公式。故A错误；

B、将摆钟由广州移至哈尔滨，重力加速度增大，根据单摆的周期公式：T＝菁优网-jyeoo为保证摆钟的准确，需要将钟摆调长。故B正确；

C、在利用单摆测量重力加速度的实验中，将绳长当做摆长代入周期公式，则实际的摆长减小，根据：g＝菁优网-jyeoo可知导致计算结果偏小。故C正确；

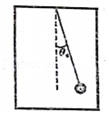
D、根据单摆的周期公式：T＝菁优网-jyeoo可知单摆的周期与摆角的大小无关。故D正确；

E、单摆的过程中摆球的运动轨迹为圆弧，所以摆球在最低点受到的合外力提供向心力，不为0．故E错误。

故选：BCD。

【点评】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，与什么因素无关。

23．（湖北一模）如图所示，在升降机的天花板上固定一摆长为l的单摆，摆球的质量为m。升降机保持静止，观察摆球正以小角度菁优网-jyeoo左右摆动，且振动周期为T．已知重力加速度大小为g，不计空气阻力，则下列说法正确的是（　　）



A．若仅将摆球的质量增大一错，其余不变，则单摆的振动周期不变

B．若升降机匀加速上升，利用此单摆来测定当地的重力知速度，则测量值偏大

C．设想当摆球摆到最低点时，升降机突然以加速度g竖直下落，则摆球相对于升降机做匀速直线运动

D．设想当摆球摆到最高点时，升降机突然以加速度g竖直下落，则摆球相对于升降机会保持静止

E．设想当摆球摆到最高点时，升降机突然以大小为g加速度匀速上升，则摆球相对升降机仍然左右摆动，且振动周期不变

【分析】单摆小角度摆动为简谐运动，其周期公式为T＝2π菁优网-jyeoo；当升降机竖直方向有加速度时，处于超重或失重状态，等效重力加速度g变大或变小．

【解答】解：A、其周期公式为T＝2π菁优网-jyeoo，与重力无关，故仅将摆球的质量增大一错，其余不变，则单摆的振动周期不变，故A正确；

B、若升降机匀加速上升，加速度向上，设为a，超重，利用此单摆来测定当地的重力知速度，则测量值偏大，为g+a，故B正确；

C、设想当摆球摆到最低点时，升降机突然以加速度g竖直下落，完全失重，球将做匀速圆周运动，故C错误；

D、当摆球摆到最高点时，升降机突然以加速度g竖直下落，完全失重，故摆球相对于升降机会保持静止，故D正确；

E、设想当摆球摆到最高点时，升降机突然以大小为g加速度匀速上升，超重，等效为加速度变为g′＝2g，故摆球相对升降机仍然左右摆动，但根据公式T＝2π菁优网-jyeoo，周期是变化的，故E错误；

故选：ABD。

【点评】本题考查超重与失重环境下的单摆，关键是记住单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，难度不大．

24．（淄博一模）下列说法正确的是（　　）

A．摆钟偏快时可缩短摆长进行校准

B．火车鸣笛向我们驶来时，我们听到的笛声频率将比声源发声的频率高

C．拍摄玻璃橱窗内的物品时，往往在镜头前加一个偏振片以增加透射光的强度

D．要有效的发射电磁波，振荡电路必须采用开放电路且要有足够高的振荡频率

E．光从水中射入玻璃中，发现光线偏向法线，则光在玻璃中传播速度一定小于在水中的传播速度

【分析】A、根据单摆周期公式，即可求解；

B、当间距变小时，接收频率高于发出频率，当间距变大时，接收频率低于发出频率；

C、镜头前加一个偏振片以减弱反射光的强度；

D、为了有效向外辐射电磁波，振荡电路必须采用开放电路，同时提高振荡频率；

E、光线偏向法线，则折射率大，从而由c＝nv，可知，光在玻璃中传播速度的大小．

【解答】解：A、摆钟偏快时，说明周期偏小，若要周期变大，则可伸长摆长进行校准，故A错误；

B、火车鸣笛向我们驶来时，间距变小，则我们听到的笛声频率将比声源发声的频率高，故B正确；

C、拍摄玻璃橱窗内的物品时，往往在镜头前加一个偏振片，以反射光发生干涉，减弱反射光的透射，故C错误；

D、为了有效向外辐射电磁波，振荡电路必须采用开放电路，同时提高振荡频率，故D正确；

E、光从水中射入玻璃中，发现光线偏向法线，则该光的折射率大，由c＝nv，可知，光在玻璃中传播速度一定小于在水中的传播速度，故E正确；

故选：BDE。

【点评】考查单摆的周期公式，注意搞清如何校准的方法，掌握多普勒效应现象的应用，注意接收频率与发出频率的关系，理解光的偏振原理，知道在相对论里，达到高速时，长度才缩短，注意是沿着速度的方向的，最后掌握光的折射定律的内容，及折射率的含义．

25．（浙江月考）在“探究单摆周期与摆长的关系”实验中，以下说法正确的是（　　）

A．实验过程中，摆角可以选择任意角度

B．摆长指的是从悬点到摆球中心的距离

C．定单摆的周期计时起点和终点都应选在摆球摆至最大高度处

D．利用该实验可以较准确地测定当地的重力加速度

【分析】解答本题应了解单摆测定重力加速度的原理：单摆的周期公式，要知道：摆角很小的情况下单摆的振动才是简谐运动，为减小测量误差应从摆球通过最低位置时开始计时。

【解答】解：A、单摆满足简谐运动的条件是：摆角θ＜5°，故A错误；

B、摆长指的是从悬点到摆球中心的距离，故B正确；

C、测单摆的周期时，应多测量几次（如30次），测量的起点和终点都选择在最低点，故C错误；

D、由单摆的周期公式：菁优网-jyeoo，可得：菁优网-jyeoo，故D正确；

故选：BD。

【点评】简谐运动是一种理想的运动模型，单摆只有在摆角很小，空气阻力影响不计的情况下单摆的振动才可以看成简谐运动。

**三．填空题（共10小题）**

26．（宝山区二模）在上海走时准确的摆钟，随考察队带到珠穆朗玛峰的顶端，则这个摆钟的走时会　变慢　（选填“变慢”“变快”或“仍然准确”）；若上海地面的重力加速度为g，珠穆朗玛峰顶端的重力加速度为g′，则用这个摆钟在珠穆朗玛峰顶端测得的时间是实际时间的　菁优网-jyeoo　倍。

【分析】应用单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo分析求解。

【解答】解：摆钟从上海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，若上海地面的重力加速度为g，摆钟的周期为T＝2π菁优网-jyeoo，珠穆朗玛峰顶端的重力加速度为g′，摆钟在珠穆朗玛峰顶端的周期为T′＝2菁优网-jyeoo，则菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，即用这个摆钟在珠穆朗玛峰顶端测得的时间是实际时间的菁优网-jyeoo倍。

故答案为：变慢；菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查单摆的周期公式，注意摆钟从上海带到珠穆朗玛峰顶端时，重力加速度g变小，摆钟的周期变大，摆钟变慢。

27．（榆林三模）有一单摆，其摆长l＝1.02m，摆球的质量m＝0.10kg，已知单摆做简谐运动，单摆振动30次用的时间t＝60.8s，当地的重力加速度是　9.79　m/s2（结果保留三位有效数字）；如果将这个摆改为秒摆，摆长应　缩短　（填写“缩短”“增长”），改变量为　0.02　m。

【分析】根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo得g＝菁优网-jyeoo；周期缩短，根据T＝2菁优网-jyeoo可知摆长应缩短；

【解答】解：该单摆的周期T＝菁优网-jyeoo

根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo得g＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝9.79 m/s2

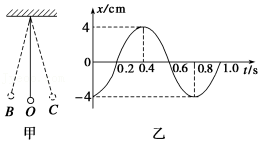
秒摆的周期为2s，如果将这个摆改为秒摆，则周期缩短，根据T＝2菁优网-jyeoo可知，摆长应缩短；

秒摆的摆长L′＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo≈1m，故缩短量为1.02m﹣1m＝0.02m；

故答案为：9.79 m/s2 缩短 0.02

【点评】熟练掌握单摆的周期公式及变形，知道秒表的周期是2s。

28．（凉州区校级期中）如图甲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。根据图象可得，单摆振动的频率是　1.25　Hz；开始时摆球在　 　位置；若当地的重力加速度为10m/s2，试求这个摆的摆长是　0.16　m。



【分析】由图象可得出单摆的周期，然后求出频率；

根据图象所示t＝0s时摆球的位移确定摆球开始时刻的位置；

已知单摆周期与当地的重力加速度，由单摆周期公式的变形公式可以求出摆长。

【解答】解：由图乙所示图象可知，单摆周期T＝0.8s，故单摆的频率f＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝1.25Hz；

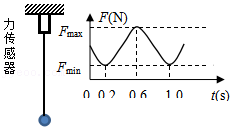
由图乙所示图象可知，在t＝0时，摆球处于负的最大位移处，摆球向右运动为正方向，因此开始时，摆球在B处；

由单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，可得L＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝0.16m；

故答案为：1.25； B； 0.16

【点评】对于简谐运动的图象，表示是振动质点相对于平衡位置的位移随时间的变化情况，可直接读出周期、振幅和速度、加速度的方向及其变化情况。由单摆周期公式的变形公式可以求出摆长。

29．（崇明区期末）用力传感器对单摆振动过程进行测量，力传感器测出的F﹣t图象如图所示，根据图中信息可得，摆球摆到最低点的时刻为　0.6　s，该单摆的摆长为　0.64　m（取π2＝10，g＝10m/s2）。



【分析】摆球摆到最低点的时刻细线的拉力最大，由图象得到周期，根据公式T＝2π菁优网-jyeoo求解单摆的摆长。

【解答】解：摆球摆到最低点拉力最大，根据图的信息可得，摆球摆到最低点的时刻为0.6s，

摆球摆到最高点的时刻为0.2s和1.0s，单摆摆动的周期为T＝2×（1.0﹣0.2）s＝1.6s。

根据公式T＝2π菁优网-jyeoo，有：L＝菁优网-jyeoo＝0.64m。

故答案为：0.6；0.64。

【点评】本题考查了用单摆测量重力加速度的实验，关键是明确实验原理和图象信息的获取。

30．（黔东南州模拟）甲、乙两单摆的摆球静止在平衡位置，摆长L甲＞L乙．现给摆球相同的水平初速度，让其在竖直平面内做小角度摆动。用T甲和T乙表示甲、乙两单摆的摆动周期，用θ甲和θ乙表示摆球摆到偏离平衡位置的最大位移处时摆线与竖直方向的夹角，可知T甲　＞　T乙，θ甲　＜　θ乙．（均填“＞”“＜”或“＝”）

【分析】根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo比较出周期的大小。根据机械能守恒定律，知摆球平衡位置和最高点的高度差相同，列式分析角度大小。

【解答】解：根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo比较，摆长越长，则周期变大，因为摆长L甲＞L乙．故T甲＞T乙．根据机械能守恒定律知，摆球平衡位置和最高点的高度差相同，L甲（1﹣cosθ甲）＝L乙（1﹣cosθ乙），故θ甲＜θ乙

故答案为：＞＜

【点评】解决本题的关键知道单摆的周期与什么因素有关，知道利用机械能守恒定律。

31．（徐汇区校级期中）在向下匀速直线运动的升降机中有一摆长为L的单摆在做简谐振动，当该升降机以加速度a＜g（g为重力加速度）竖直下降时，摆的振动周期为　菁优网-jyeoo　。若在单摆摆到最低点时，升降机突然做自由落体运动，则摆球相对升降机做　匀速圆周运动　。若在单摆摆到最高点时，升降机突然做自由落体运动，则摆球相对升降机做　静止　；（升降机内部空气阻力不计，且最后两空均用文字说明运动情况）



【分析】当升降机在竖直方向做匀加速直线运动时，细绳对摆球的拉力增大，摆球在摆动的过程中切向方向的分力增大，从而对摆球的周期产生影响。此时可以使用等效重力加速度的概念来解析；再根据失重现象分析完全失重时球的运动。

【解答】解：单摆在升降机里向下加速时，摆球没有摆动时其受到的拉力由牛顿第二定律得：

mg﹣F＝ma

其等效加速度为：g′＝g﹣a

所以单摆的周期公式为：T＝菁优网-jyeoo

当摆球摆到最低点时，升降机突然以加速度g竖直下落，完全失重，由于球由垂直绳子的速度，故球将绕悬点摆动，故球将做匀速圆周运动；

当摆球摆到最高点时，升降机突然以加速度g竖直下落，完全失重，摆球相对于升降机会保持静止，和升降机一起向下竖直下落。

故答案为：菁优网-jyeoo，匀速圆周运动，静止。

【点评】本题考查单摆的性质，要考虑使用等效重力加速度的概念来处理。该题要求的知识的迁移能力比较强，但使用的公式相对简单，注意正解超重和失重的性质即可求解。

32．（扬州期中）单摆做简谐运动的周期与摆球的质量　无关　（选填“有关”或“无关”）；有一劲度系数为k的轻质弹簧竖直悬挂，下端系上质量为m的物块，将物块向下拉离平衡位置后松开，物块上下做简谐运动，其振动周期恰好等于以物块平衡时弹簧的伸长量为摆长的单摆的周期，则物块做简谐运动的周期为　2菁优网-jyeoo　。

【分析】单摆的周期与摆球的质量无关；

单摆周期公式T＝2菁优网-jyeoo，根据物块平衡时弹簧的伸长量为摆长，由单摆周期公式推算出物块做简谐运动的周期T。

【解答】解：单摆做简谐运动的周期与摆球的质量无关；

单摆周期公式为：T＝2菁优网-jyeoo

根据题干信息可知：kL＝mg，

解得：T＝2菁优网-jyeoo。

故答案为：无关，2菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查了单摆的周期问题，解题的关键是理解单摆周期的决定因素，以及公式的掌握。

33．（开福区校级月考）假设某实验室恰好位于震源的正上方，该实验室中悬挂着一个静止的弹簧振子和一个静止的单摆，弹簧振子的弹簧和小球（球中间有孔）都套在固定的光滑竖直杆上。某次有感地震中同一震源产生的地震纵波和横波的波长分别为5.0km和2.5km，频率为2.0Hz．则可观察到　弹簧振子　先开始振动（或摆动），若它开始振动（或摆动）3.0s后，另一装置才开始振动（或摆动），则震源离实验室的距离为　30km　。

【分析】根据波长与频率求出波速，由匀速直线运动位移公式求出运动的时间；由频率与周期之间的关系判断周期之间的关系。

【解答】解：由于纵波波长大于横波波长，二者的频率相等，由：v＝λf可知，纵波波速大于横波的波速，由于在地壳中都做匀速传播，由：s＝vt所以单摆的横向摆动要晚于弹簧振子的上下振动。

根据波速与波长、频率的关系可得：v纵＝f•λ1＝2.0×5.0km/s＝10km/s；v横＝f•λ2＝2.0×2.5km/s＝5km/s

设震源离实验室的距离L，则：菁优网-jyeoos

联立可得：L＝30km

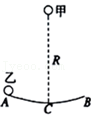
故答案为：弹簧振子，30km

【点评】该题考查机械波的波长、波速与频率的关系，根据v＝λf即可判断出波速之间的关系，而解答的关键在于实验室中的单摆与弹簧振子在接受到地震波后都做受迫振动，振动的周期都等于受迫振动的周期。

34．（永定区校级模拟）如图所示，ACB为光滑弧形槽，弧形槽半径为R，C为弧形槽最低点，R远大于AB的弧长。甲球从弧形槽的球心处自由下落，乙球从A点由静止释放，问：

（1）两球第1次到达C点的时间之比为　菁优网-jyeoo　；

（2）在圆弧的最低点C的正上方h处由静止释放小球甲，让其自由下落，同时将乙球从圆弧左侧由静止释放，若在乙球第2次通过C点时，甲乙两球相遇，则甲球下落的高度是　菁优网-jyeoo　。（不计空气阻力，不考虑甲球的反弹）



【分析】（1）甲球做自由落体运动，乙球近似看做单摆，根据各自的规律即可求得时间的比值；

（2）若使甲、乙两球在圆弧最低点C处相遇，要考虑到乙运动的周期性，然后列出等式即可

【解答】解：（1）甲球做自由落体运动R＝菁优网-jyeoogt菁优网-jyeoo

所以：t1＝菁优网-jyeoo乙球沿圆弧做简谐运动（由于B→C≪R，可认为摆角θ＜5°）。此振动与一个摆长为R的单摆振动模型相同，故此等效摆长为R，因此乙球第1次到达C处的时间为：

t2＝菁优网-jyeooT＝菁优网-jyeoo×2π菁优网-jyeoo，所以t1：t2＝菁优网-jyeoo

（2）甲球从离弧形槽最低点h高处开始自由下落，到达C点的时间为t甲＝菁优网-jyeoo由于乙球运动的周期性，所以乙球到达C点的时间为

t乙＝菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，n＝0，1，2，…

在乙球第2次通过C点时，甲乙两球相遇，即n＝1，t甲＝t乙

解得h＝菁优网-jyeooπ2R n＝0，1，2，…

当n＝1时，h＝菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo；菁优网-jyeoo

【点评】该题的第二问看似是第一问的重复，而实际上要考虑到乙运动的周期性，写出乙到达最低点的时刻的通式是解题的关键。

35．（金山区校级期中）做简谐运动的单摆，其摆长不变，若摆球的质量增加为原来的菁优网-jyeoo倍，摆球经过平衡位置的速度减为原来的菁优网-jyeoo，则单摆振动的周期　不变　，振幅　变小　（填写“变大”，“不变”或者“变小”）

【分析】由单摆的周期公式周期T＝2菁优网-jyeoo，求可以判断单摆的周期的变化，由EK＝菁优网-jyeoomv2可以判断单摆的能量的变化，从而可以判断振幅的变化。

【解答】解：由单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo可知，单摆摆长不变，则周期不变；

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-jyeoomv2可知摆球经过平衡位置时的动能不变，则最高点的重力势能不变，由Ep＝mgh可知h减小，因此振幅变小。

故答案为：不变，变小。

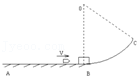
【点评】单摆的摆长和重力加速度的大小决定单摆的周期的大小，单摆的能量决定单摆的振幅的大小。

**四．计算题（共2小题）**

36．（南岔区校级月考）水平轨道AB，在B点处与半径R＝300m的光滑弧形轨道BC相切，一个质量M＝1.00kg的木块置于B处。以v＝5.00m/s的水平速度冲上光滑弧形轨道BC，如图所示。已知木块与水平轨道AB的动摩擦因数 μ＝0.5（cos5°＝0.996；g取10m/s2）。试求：

（1）木块冲上光滑弧形轨道后，木块需经多长时间停止？

（2）木块最后所停位置距离B点多远？



【分析】（1）根据机械能守恒，计算出木块上升的最大高度，木块在圆弧轨道BC上做简谐运动，类似于单摆，根据单摆的周期公式求木块在圆弧轨道上运动的时间。木块在水平面上做匀减速运动，由动量定理求时间，最后计算出木块冲上光滑弧形轨道后，木块需经多长时间停止；

（2）木块在水平面上做匀减速运动，利用平均速度求出木块最后所停位置距离B点多远。

【解答】解：（1）木块沿斜面上滑，设上滑最大高度为h，由机械能守恒有：

Mgh＝菁优网-jyeooMv2

解得：h＝1.25m

设最大摆角为α

则cosα＝菁优网-jyeoo＝0.996＝cos5°，得：α＝5°，

因此木块在弧形轨道上做简谐运动

其周期为：T＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo（s）

木块返回B点，机械能守恒，速率不变，向左滑动

在水平轨道由动量定理有：

μMgt2＝Mv

解得：t2＝1s

故木块运动的时间为：t＝菁优网-jyeoo＝（1+菁优网-jyeoo）s

（2）从B点向左滑动的平均速度大小为菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝2.5m/s

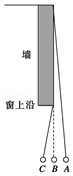
距离s＝菁优网-jyeoot2＝2.5m/s×1s＝2.5m

答：（1）木块冲上光滑弧形轨道后，木块需经（1+菁优网-jyeoo）s停止；

（2）木块最后所停位置距离B点2.5m。

【点评】考查了利用单摆周期公式解决有关运动问题，解题关键是熟悉动量定理，机械能守恒定律等适用条件，分析物体运动过程，结合有关规律进行解答。

37．（顺庆区校级期中）正在修建的房顶上固定的一根不可伸长的细线垂到三楼窗沿下，某同学应用单摆原理测量窗的上沿到房顶的高度，先将线的下端系上一个小球，发现当小球静止时，细线恰好与窗子上沿接触且保持竖直，他打开窗子，让小球在垂直于墙的竖直平面内摆动，如图所示，从小球第1次通过图中的B点开始计时，第21次通过B点时用30s；球在最低点B时，球心到窗上沿的距离为1m，当地重力加速度g取π2（m/s2）；根据以上数据求房顶到窗上沿的高度。



【分析】先根据T＝菁优网-jyeoo求出单摆的周期；根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo列式求解房顶到窗上沿的高度。

【解答】解：设房顶到窗上沿的高度为h，球心到窗上沿的距离为L。据题L＝1m

从小球第1次通过图中的B点开始计时，第21次通过B点用时30s，单摆完成了n＝菁优网-jyeoo次＝10次全振动，则单摆的振动周期为：

T＝菁优网-jyeoo＝3.0s

由图分析可知，T＝菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo（2π菁优网-jyeoo+2π菁优网-jyeoo）

解得h＝3.0m

答：房顶到窗上沿的高度为3.0m。

【点评】本题是拐子摆，关键建立单摆模型，明确测量原理，然后根据单摆的周期公式列式处理。