ملاحظات حول تدريس وتقويم الظواهر الفلكية في التعليم الثانوي عبر مغامرات إطلاق القمر ألكوم سات Alcomsat 1

عبد العزيز براح
أستاذ متقاعد بقسم الفيزياء، المدرسة العليا للأساتذة، القبة
abdelaziz.berrah@g.ens-kouba.dz

1. مقدمة

يمكن اعتبار أن مواضيع امتحان الباكالوريا وحلولها النموذجية تُمثّل نمطًا لتدريس وتقويم مادة العلوم الفيزيائية في التعليم الثانوي في الجزائر. نظرًا للهدف الطبيعي لنجاح التلاميذ في هذا الامتحان، تصبح مواضيع الباكالوريا وحلولها المؤثر الرئيسي على كيفية تدريس المادة وتقويمها، وذلك خلال السنوات الثلاث للفروع العلمية وخاصة السنة الثالثة، أي أنّ مواضيع وحلول الباكالوريا تقوم بدور المنهاج والوثيقة المرافقة.

في سنة 2005 بدأ تطبيق مناهج جديدة (مناهج الجيل الأول) التي تعتمد على المقاربة بالكفاءات. بعد تطبيقها ظهرت عدة نقائص خاصة التركيز على الكفاءات لاكتساب المعارف على حساب الكفاءات العرضية وتوظيف المعارف.

لمعالجة هذه النقائص وتطبيق شامل للمقاربة بالكفاءات، بدأ تطبيق مناهج الجيل الثاني في سنة 2015 في التعليم الإلزامي وخاصة الطور المتوسط، حيث حُددت، بدقة وتفصيل، كيفيةُ تقويم مختلف أنواع الكفاءات مع إدخال الوضعية الإدماجية في امتحان شهادة نهاية التعليم المتوسط.

أما مناهج 2005 للطور الثانوي فبقيت على حالها رغم بعض التغييرات الخفيفة، كالتوزيعات السنوية وتكييف المحتويات مع الظروف الصحية، دون تغيير شامل لامتحان الباكالوريا الذي أُجّل لمرحلة لاحقة.

نظرًا للصعوبات النظامية والاجتماعية لإصلاح الطور الثانوي والبكالوريا، ورغم بعض التغييرات الإيجابية على مواضيع الباكالوريا في العلوم الفيزيائية وشكلها، فإنها ما زالت تركز على حفظ واكتساب المعارف وتُمثّل عائقًا لتطبيق المقاربة بالكفاءات، كما سنحاول توضيحه في هذا المقال.

رغم كل المجهودات الجبارة التي تبذلها اللجان الخاصة لصياغة وإنشاء مواضيع الباكالوريا في العلوم الفيزيائية، يمكن ملاحظة تكرار نفس أنواع التمارين، وهذا يحث التلميذ على حفظ حلولها. يحدث نفس التركيز على حفظ علاقات وتعريفات في الأقسام والدروس الخصوصية المنتشرة في بلادنا. تتميز بعض المواضيع بوجود أخطاء في الحل النموذجي أو في النص والحل كما حدث مثلا في 2009 و2015 و2018، خاصة في شعبة الرياضيات والتقني رياضي. بما أن هذه المواضيع وحلولها تبقى موثقة في مقررات رسمية، فإنها أصبحت مصدرًا أساسيًا في النشاطات داخل الأقسام وفي شبكات التواصل الاجتماعي وعند المترشحين، خاصة خلال حصص المراجعات النهائية.

يهدف هذا المقال إلى إبراز بعض الأخطاء الواردة في موضوع العلوم الفيزيائية لسنة 2018 شعبة رياضيات وتقني رياضي، والذي يتميز بوجود أخطاء فادحة في النص وفي الإجابة النموذجية.

2. التعلم والتقويم في المقاربة بالكفاءات

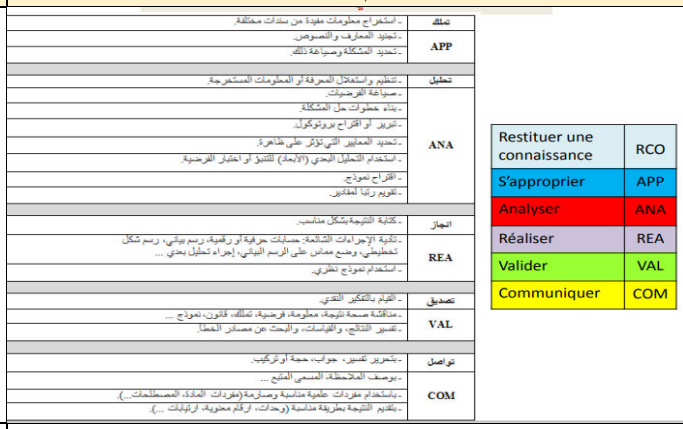
بالاعتماد على ما جاء في وثيقتي المرجعية العامة للمناهج والدليل المنهجي لبناء المناهج، الصادرتين في 2009 من طرف اللجنة الوطنية للمناهج لوزارة التربية الوطنية، يمكن تلخيص مميزات النشاطات التعلمية والتقويم كما يلي.

تتميز النشطات التعلمية بالأبعاد التالية:	تتميز نشطات التقويم بالأبعاد التالية:
• التحكم في الموارد المعرفية • توظيف هذه الموارد المعرفية • تعلم الإدماج • نمو القيم والسلوكات البناءة • المعالجة البيداغوجية	• تقويم مدى اكتساب الموارد المعرفية • تقويم الكفاءات العرضية ومدى التحكّم في توظيف الموارد السابقة بوضعيات إدماجية • تقويم مدى اكتساب ونمو سلوكات بناءة وقيم. • المعالجة البيداغوجية • الكفاءات العرضية والقيم بجانب الكفاءات المعرفية

فيما يخص امتحان الباكالوريا، يمكن تلخيص ما جاء في وثيقة من المفتشية العامة للعلوم الفيزيائية لوزارة التربية الوطنية حول هيكلة موضوع الباكالوريا ومعايير تقويمه، مع تطبيقها على التمرين لسنة 2018 الخاص بإطلاق القمر الكوم سات، في الجدولين التاليين.

هيكلة موضوع الاختبار لشعبتي رياضيات وتقني رياضي
الجزء الأول: (14 نقطة) يشمل ثلاثة تمارين لاسترجاع بعض الموارد المعرفية وإبراز المهارات وفق الكفاءات المنصوص عليها في منهاج العلوم الفيزيائية للسنة الثالثة من التعليم الثانوي. التمرين الأول: 04 نقاط؛ التمرين الثاني: 04 نقاط؛ التمرين الثالث: 06 نقاط يكون السؤال الأول من كل تمرين مع فروعه لحشد واسترجاع المعارف، وذلك لأداء مهام بسيطة (تطبيقات مباشرة). أما الأسئلة المتبقية، تكون متدرجة من حيث الفهم والتحليل والتركيب والإبداع والتقويم، وتصاغ بشكل أكثر صراحة، وتجند فيها مختلف الموارد المعرفية والمهارية والكفاءات المتجلية في مظاهرها الثلاثة: العلمية، التجريبية، العرضية. **الجزء الثاني**: (06 نقاط) يشمل تمرينًا واحدًا يقوّم الكفاءات في مظهرها التجريبي (اختيار الأدوات المناسبة للتجريب والقياس والتحكم في استعمال الأدوات، التحكم في بعض التقنيات، إنجاز وتنفيذ بروتوكول تجريبي، رسم المخططات والبيانات وقراءتها ثم استقراؤها، التمكن من صياغة الفرضيات واختبارها). **هام**: يقوّم الاختبار أغلب وحدات المنهاج. **ملاحظة**: إذا كان تمرين الجزء الثاني في الكيمياء فتمارين الجزء الأول كلها في الفيزياء. أما إذا كان تمرين الجزء الثاني في الفيزياء فالتمرين الثالث من الجزء الأول في الكيمياء.

صورة للشبكة المستخدمة في تحديد الكفاءات المفعلة حسب المفتشية العامة للعلوم الفيزيائية لوزارة التربية الوطنية	ملخص تقويم التمرين لسنة 2018 حول إطلاق ألكوم سات



تملك	- استخراج معلومات مفيدة من سندات مختلفة.
APP	- تحديد المعارف والمفهوم. - تحديد المشكلة وصياغة ذلك.
تحليل	- تنظيم واستغلال المعرفة أو المعلومات المستخرجة.
ANA	- صياغة الفرضيات. - بناء مخطوات حل المشكلة. - تحرير أو اقتراح بروتوكول. - تحديد المعايير التي تؤثر على ظاهرة. - استخدام التحليل البحدي (الأبعاد) للتنبؤ أو اختبار الفرضية. - اقتراح نموذج. - تقويم رقمي لمقادير.
انجاز	- كتابة النتيجة بشكل مناسب.
REA	- تقنية الإجراءات الشائعة: حسابات حرفية أو رقمية، رسم بياني، رسم شكل تخطيطي، وضع معالم على الرسم البياني، إجراء تحليل بحدي ... - استخدام نموذج نظري.
تصديق	- القيام بالتفكير النقدي.
VAL	- مناقشة صحة نتيجة، معلومة، فرضية، تمثيل، قانون، نموذج ... - تفسير النتائج، والقياسات، والبحث عن مصادر الخطأ.
تواصل	- تحرير تفسير، جواب، حجة أو تركيب.
COM	- بوصف الملاحظة، المنحى المتبع ... - باستخدام مفردات علمية مناسبة وصارمة (مفردات المادة، المصطلحات...). - بتقديم النتيجة بطريقة مناسبة (وحدات، أرقام معنوية، تركيبات ...).

Restituer une connaissance	RCO
S'approprier	APP
Analyser	ANA
Réaliser	REA
Valider	VAL
Communiquer	COM

الأسئلة	الكفاءة المفعلة	المهمة معقدة أم لا	نوعية الاستدلال	مستوى الصعوبة
1.1	RCO APP	لا	استرجاع معرفة استدلال كيفي	1
2.1	RCO	لا	استرجاع المعرفة	1
3.1	REA	لا	استدلال كمي	3
4.1	RCO ANA	نعم	استدلال كيفي/كمي	3
1.2	APP ANA REA	نعم	استدلال كيفي/كمي	4
2.2	RCO ANA	نعم	استدلال كيفي/كمي	3
1.3	APP ANA	نعم	استدلال كيفي/كمي	3
2.3	REA COM	نعم	استدلال كيفي/كمي	4

ملاحظات حول هذه الوثائق:

تُمثّل وثيقة هيكلة المواضيع وشبكة تحديد الكفاءات إطارًا أساسيًا لبناء المواضيع ولتقويمها.

بعد الاطلاع على مواضيع العلوم الفيزيائية للسنوات الأخيرة لاحظنا أن الهيكلة غير مطبقة، خاصة فيما يخص الإدماج للكفاءات في مظهرها التجريبي. أما في حالة التمرين الخاص بإطلاق القمر الكوم سات شعبة ر. وَ ت. ر. والتقرير المقابل، نلاحظ أنه لا يتطرق للأخطاء الواردة في النص وفي الإجابة النموذجية والتي لا تسمح بتطبيق الشبكة عليه كما سنقدمه في هذا المقال. إنه غير صالح كتمرين للباكالوريا ومضر علميًا وتعليميًا.

بين تحليل هذا التمرين بوضوح:
- أنه غني بالكفاءات المفعلة،
- أنه يحتوي على مهام معقدة،
- أن الاستدلال متنوع،
- مستوى الصعوبة 3 أو 4 مهام متواجدة بكثرة وهذه في ست مرات، والتدرج سيئ إلى حد ما، وهذا ما يجعل التلميذ يميل إلى "الرفرفة والتنقل" من أجل إيجاد أسئلة استرجاع بسيطة للمعرفة،
- أنه محترم تقريبا لطبيعة الاختبار ودليل البناء.

في الختام ، يكشف تحليل هذا التمرين عن مجموعة غنية ومتنوعة، وصعوبة ذلك بلا شك عالية ويمكن تحسينها بشكل تدريجي.

3. صورة لنص التمرين وللإجابة النموذجية

اختبار في مادة: علوم فيزيائية / الشعبة: رياضيات، تقني رياضي / بكالوريا 2018

3.3. احسب الطاقة المحررة من التفاعل الحاصل.

4.3. أنجز مخطط الحصيلة الطاقوية للتفاعل الحاصل السابق.

المعطيات: $1u = 931,5 Mev/c^2$

الجسيمة	$^{27}_{13}Al$	$^{29}_{15}Si$	$^{4}_{2}He$	$^{1}_{0}n$	β^+
الكتلة $m(u)$	26,97439	29,96607	4,00150	1,00866	0,00055

التمرين الثاني: (04 نقاط)

1. وكالة الفضاء الجزائرية منذ تأسيسها دأبت على تطوير مشاريع الأقمار الاصطناعية لخدمة الاتصالات ، آخرها إطلاق القمر الاصطناعي *AlcomSat1* و ذلك يوم 10 ديسمبر 2017 على الساعة 17:40 من قاعدة *Xichang* الصينية و بعد 26 دقيقة من الإطلاق وصل القمر الاصطناعي إلى نقطة الأوج (نقطة الرأس الأبعد) على علو $h_1 = 41991 Km$ من سطح الأرض ، ليسلك بعد ذلك مسارا إهليلجيا له نقطة الحضيض (نقطة الرأس الأقرب) على ارتفاع $h_2 = 200 Km$ من سطح الأرض و ذلك في مرحلة التجريب التي دامت ستة أيام .
بعدها دخل القمر الاصطناعي في مداره الجيو مستقر *Géostationnaire* حيث أخذ الموقع الفلكي 24.8° .

1.1. اشرح المصطلحين الواردين في النص: (اهليلجي ، جيو مستقر).

2.1. اذكر المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي .

3.1. أرسم شكلا تخطيطيا للمسار الاهليلجي الذي اتخذه القمر الاصطناعي في مرحلته التجريبية موضحا عليه النقاط التالية: الأرض ، نقطة الأوج ، نقطة الحضيض ، ثم مثّل شعاع السرعة بعناية في النقطتين الأخيرتين (نقطة الأوج ، نقطة الحضيض).

4.1. باستعمال القانون الثاني لنيوتن ، بين أن عبارة السرعة المدارية تعطى بالعلاقة: $v_s = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$
حيث r يمثل البعد بين مركزي الأرض و القمر الاصطناعي ثم احسب قيمتها في موضع الحضيض $(h_2 = 200 Km)$ و موضع الأوج $(h_1 = 41991 Km)$.

2. بعدما يأخذ القمر الاصطناعي وضعه الدائم (مداره الجيو مستقر):

1.2. أذكر كيف يكون شكل مداره ؟ و ما هي قيمة دوره T ؟

2.2. بالاستعانة بقانون كبلر الثالث أحسب ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض .

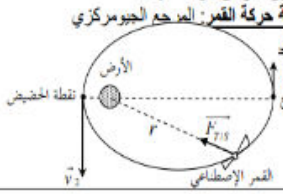
يعطى: كتلة الأرض $M_T = 5.97 \times 10^{24} Kg$ ، نصف قطر الأرض $R_T = 6.4 \times 10^6 m$
ثابت الجذب العام $G = 6.67 \times 10^{-11} S.I$

التمرين الثاني(04 نقاط):

1.1- شرح المصطلحين:
- 0.25 **إهليلجي:** هو مدار بيضوي متناظر يحتوي أحد محرقيه الكوكب المركزي (الارض)
- 0.25 **جيومستقر:** هو خاصية جسم يدور حول الأرض في مستوى خط الاستواء في نفس جهة دورانها و له نفس دور الأرض حول نفسها .

0.25 **2.1- المرجع المناسب لدراسة حركة القمر:** المرجع الجيومركزي

3.1- الرسم التخطيطي للمسار



0.25
0.25
0.25

الإجابة النموذجية لموضوع اختبار مادة: العلوم الفيزيائية/ الشعبة: رياضيات + تقني رياضي/ بكالوريا: 2018

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
4.1- عبارة السرعة المدارية v_s :		
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ على القمر الإصطناعي نجد $\vec{F_{T/S}} = m\vec{a}$	0.25	
بالإسقاط على المحور الناظمي نجد $F_{T/S} = m_S.a_N$	0.25	
حيث $a_N = \frac{v_s^2}{r}$ ، $F_{T/S} = G\frac{m_S.M_T}{r^2}$ بالتعويض نجد $v_s = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$	0.25	
- حساب قيمة السرعة المدارية:		
- موضع الحضيض $(r = h_2 + R)$: نجد $v_{2(S)} = \sqrt{\frac{G.M_T}{h_2 + R}} = \sqrt{\frac{6,67\times10^{-11}\times5,97\times10^{24}}{6,6\times10^6}} = 7767\ m/s$	0.25	2.75
- موضع الأوج $(r = h_1 + R)$: نجد $v_{1(S)} = \sqrt{\frac{G.M_T}{h_1 + R}} = \sqrt{\frac{6,67\times10^{-11}\times5,97\times10^{24}}{48,39\times10^6}} = 2869\ m/s$	0.25	
1.2- شكل المدار: دائري مركزه منطبق على مركز الارض	0.25	
- قيمة دوره : بما أن القمر الاصطناعي جيو مستقر فإن دوره $T_S = 24h$	0.25	
2.2- حساب الارتفاع عن سطح الارض: باستعمال قانون كبلر الثالث $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_T}$	0.25	
ومنه $r = \sqrt[3]{\frac{T^2.G.M_T}{4\pi^2}} = 42,24\times10^6\ m$ نجد	0.25	
$h = r - R_T = 42,24\times10^6 - 6,4\times10^6 = 35,84\times10^6 m \mid\mid 36\times10^3 km$	0.25	

وفيما يلي صورة للمصدر المحتمل لمقدمة نص التمرين.

في مقر وكالة الفضاء الجزائرية يمكن وجود صور ومعلومات حول القمر ألكوم سات 1 وظروف إطلاقه. ويبدو أن هناك سوء فهم وسوء ترجمة للوثيقة الأصلية من طرف مؤلفي التمرين.

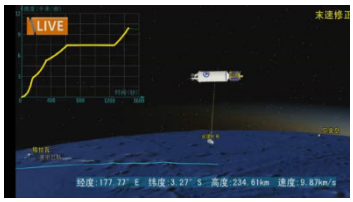
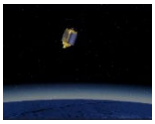
26 minutes après le décollage vertical, selon les données du centre de poursuite et de contrôle des satellites de Xi'an, les opérations de séparation du satellite Alcomsat-1 du véhicule de lancement et son entrée en Orbite de Transfert Géostationnaire (GTO) se sont déroulées avec succès. L'apogée de cette Orbite de Transfert est de 41991km, son périgée est de 200km et son inclinaison est de 26.4°. Cinq manœuvres d'Alcomsat-1 seront nécessaires dans les 06 prochains jours, pour atteindre son orbite géostationnaire 36000km et sa position orbitale 24.8° Ouest.

Après cette phase, il est prévu une période de 03 à 06 mois pour les phases de mise à poste et de tests en orbite avant l'exploitation opérationnelle du satellite.

L'exploitation et le contrôle du satellite seront effectués par les ingénieurs de l'Agence Spatiale Algérienne, depuis les centres d'exploitation des systèmes de télécommunications de Boughezoul (Médéa) et de Bouchaoui (Alger). Ces opérations ont débuté dès la séparation du satellite du lanceur jusqu'à sa position orbitale géostationnaire . Ces ingénieurs procéderont à l'activation, à la surveillance et au contrôle des différents sous-systèmes du satellite et de ses appendices (antennes, panneaux solaires, réflecteurs etc.)

Alcomsat-1 est le premier satellite Algérien de télécommunications, c'est un précieux outil multi-missions qui assure une couverture nationale et régionale (Afrique du nord et Sahel). Il permettra l'amélioration des télécommunications et la réception de plusieurs programmes de télédiffusion. Il fournira également des services de transmission audio, d'internet à haut débit, de télé-enseignement, de télémédecine, de visioconférence, ...etc.

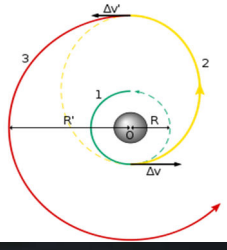
4. جداول الأخطاء العلمية في نص التمرين، ولماذا؟

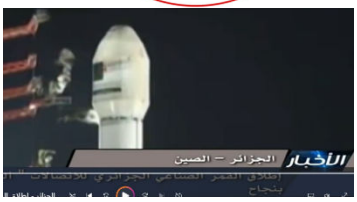
نص مقدمة التمرين	**التمرين الثاني: (04 نقاط)** 1. وكالة الفضاء الجزائرية منذ تأسيسها دأبت على تطوير مشاريع الأقمار الاصطناعية لخدمة الاتصالات ، آخرها إطلاق القمر الاصطناعي *AlcomSat1* و ذلك يوم 10 ديسمبر 2017 على الساعة 17:40من قاعدة *Xichang* الصينية و بعد 26 دقيقة من الإطلاق وصل القمر الاصطناعي إلى نقطة الأوج (نقطة الرأس الأبعد) على علو $h_1 = 41991\ Km$ من سطح الأرض ، ليسلك بعد ذلك مسارا إهليلجيا له نقطة الحضيض (نقطة الرأس الأقرب) على ارتفاع $h_2 = 200\ Km$ من سطح الأرض و ذلك في مرحلة التجريب التي دامت ستة أيام . بعدها دخل القمر الاصطناعي في مداره الجيو مستقر *Géostationnaire* حيث أخذ الموقع الفلكي $24.8°$.
شرح طبيعة الأخطاء	- وصف خاطئ ومدهش لمراحل إطلاق القمر بخلط فادح بين نقطة الحضيض ونقطة الأوج. - حسب النص انتقل القمر من نقطة الأوج (نقطة الرأس الأبعد) إلى نقطة الحضيض (نقطة الرأس الأقرب). إنه خطأ فادح لأن الانتقال تم من نقطة الحضيض الأقرب من الأرض إلى نقطة الأوج الأبعد من الأرض. - حسب النص وصل القمر إلى نقطة الأوج على علو h_1=41991Km بعد 26 دقيقة من الإطلاق. يمكن ملاحظة كتابة Km بدل من km، أي سوء استعمال الترميز العالمي الصحيح للوحدات لأن الرمز Km يُمثّل Kelvin mètre ولا يُمثّل الكيلومتر km. من الجانب التعليمي حسب هذه المعطيات يمكن استنتاج أن السرعة المتوسطة من رتبة 26.9 km/s أي سرعة أكبر من السرعة الكونية الثانية (11.2km/s) للانفلات تماما من الكرة الأرضية وأكبر من السرعة الكونية الثالثة (16.5km/s) للانفلات تماما من النظام الشمسي! ماذا تمثل هذه المدة لـ 26 دقيقة؟ إنها مدة إطلاق القمر من طرف الصاروخ الصيني LM3 كما توضحه الصورة أدناه من شريط إطلاق الكوم سات والذي يوجد في الشبكة عبر الرابط التالي. https://www.youtube.com/watch?v=o9DsIp_Wc2Y   - تُمثّل الصورة الأولى نهاية إطلاق القمر من طرف الصاروخ وقبل فصل طابقه الثالث مع منحنى السرعة v(t) وتعيين الإرتفاع. تمثل الصورة السفلية منحنى مكبر لـ v(t).

- تفند هاتان الصورتان بشكل قاطع ما جاء في النص. نلاحظ أن بعد 1500 ثانية أي 26 دقيقة، كان القمر على ارتفاع 234km أي في نقطة الحضيض وليس على ارتفاع 41991km.

يمكن ملاحظة تطور مراحل إطلاق القمر ودور كل طابق من الصاروخ ثم مرحلة ثبوت السرعة عند قيمة 7.5km/s حيث أصبح القمر في مداره المنخفض حول الأرض. أما الجزء النهائي للمنحنى فإنه يمثل زيادة سرعة القمر حتى تصل إلى 10km/s كي يأخذ من نقطة الحضيض مسارًا انتقاليًا على شكل نصف إهليج ينتهي في نقطة الإوج .

- تُمثل الصورة أدناه المسارات الثلاث للقمر كي يصبح قمرًا جيومستقرًا بالمسار الدائري المنخفض 1 والمسار النص إهليجي الانتقالي 2 أو ما يُسمّى بمسار هوهمان Hohmann ثم المسار الدائري النهائي 3. باعتبار أن نصف قطر الكرة الأرضية يساوي 6400km، يمكن أن يتراوح R للمسار الدائري بين 6600km و 8000km أي بارتفاع h على سطح الأرض من 200km إلى 2000km.



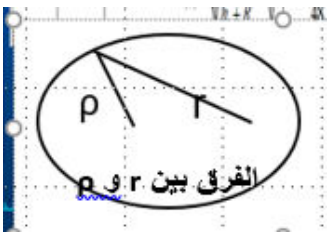


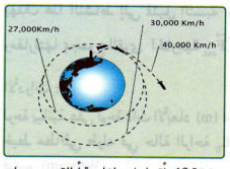
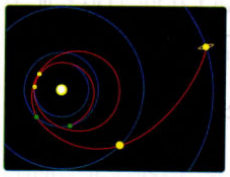
- أما نصف قطر المدار الدائري النهائي 3 فإنه يكون حتمًا على ارتفاع h=35786km أي 36000 كيلومتر تقريبا من سطح الأرض، ونصف قطر المدار الجيومستقر يساوي 42400km أو تقريبا 42000km.
- حسب النص، فالارتفاع المرموز إليه بـ h_1 يساوي 41991km ويُمثّل خطأ فادحا مزدوجا بخلط بين الاتفاع ونصف قطر وترميزه الأول زمنيا مع إعطاء قيمة خاطئة بأرقام معبرة مبالغ فيها وتتناقض مع شروط كتابة النتائج. حسب هذه المعطيات فإن عملية إطلاق الكومسات فشلت! والحمد لله العملية نجحت وألكوم سات شغال.

نواصل اكتشاف أخطاء فلكية في الجملة التالية: "ليسلك بعد ذلك مسارًا إهليجيًا له نقطة الحضيض (نقطة الرأس الأقرب) على ارتفاع h_2=200Km من سطح الأرض وذلك في مرحلة التجريب التي دامت ستة أيام بعدها دخل القمر الاصطناعي في مداره الجيومستقر (Géostationnaire) حيث أخذ الموقع الفلكي 24.8°".

حسب النص هذه المرحلة التجريبية تمثل مدة حركة القمر بين نقطتي الحضيض و الأوج وفلكيا تمثل T/2 أي نصف دور القمر على المدار الإنتقالي. حسب القانون الثالث لكبلير الذي يربط T بنصف قطر (أو بنصف أكبر قطر الإهليج) فإن T<24h ومنه T/2<12h وحسب النص فإنها دامت 6 أيام! أما الموقع الفلكي فإنه غير دقيق وهو 24.8°W وليس فقط 24.8°. بتطبيق قانون كبلير الثالث نجد أن مدة حركة القمر بين نقطتي الحضيض و الأوج تساوي 5h16min.

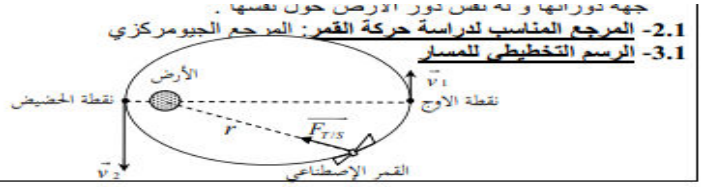
نص الأسئلة	1.1. اشرح المصطلحين الواردين في النص: (اهليلجي ، جيو مستقر). 2.1. اذكر المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي . 3.1. أرسم شكلا تخطيطيا للمسار الاهليلجي الذي اتخذه القمر الاصطناعي في مرحلته التجريبية موضحا عليه النقاط التالية: الأرض ، نقطة الأوج ، نقطة الحضيض ، ثم مثِّل شعاع السرعة بعناية في النقطتين الأخيرتين (نقطة الأوج ، نقطة الحضيض).
التعليق	يسمح السؤال 1.1 بالإجابة بسهولة لكل التلاميذ وفق ما يوجد في الكتاب المدرسي، وأغلبية حلول التمارين في الشبكة كما جاء في التصحيح النموذجي والذي سنناقش نقائصه في الفقرة الخاصة بالحل. أما السؤال 3.1 الذي يطلب الرسم بعناية، فإنه سؤال مبكر لأنه يسبق السؤال 4.1 المتعلق بدراسة السرعة المدارية. بما أن هدف السؤال هو التأكد من تطبيق القانون الثاني لكبلير، يمكن الاكتفاء برسم كيفي. يحتاج الرسم بعناية إلى معرفة قيم السرعتين وليس كما جاء في الحل حيث رسم السرعتين غير صحيح في الشدات كما سنبرهن عليه في مناقشة الحل النموذجي.

نص السؤال 4.1	4.1. باستعمال القانون الثاني لنيوتن ، بين أن عبارة السرعة المدارية تعطى بالعلاقة: $v_S=\sqrt{\frac{GM_T}{r}}$ حيث r يمثل البعد بين مركزي الأرض و القمر الاصطناعي ثم احسب قيمتها في موضع الحضيض ($h_2=200\ Km$) و موضع الأوج ($h_1=41991\ Km$) .
الأخطاء الفادحة في السؤال 4.1	1- العبارة المقترحة خاطئة في حالة المسار الإهليجي كما هو مطلوب في السؤال. العبارة الصحيحة هي: $v(r)=\sqrt{2GM_T(\frac{1}{r}-\frac{1}{h_1+h_2+2R_T})}$ $v(r)=\sqrt{2GM_T(\frac{1}{r}-\frac{1}{2a})}$ حيث a يمثل نصف أكبر قطر الإهليج أي $2a=2R_T+h_1+h_2$ أي نصف المسافة بين نقطتي الحضيض والأوج. العلاقة المقترحة صحيحة فقط في حالة المسار الدائري حيث a=r. وتعميمها إلى الإهليج يمثل خطأ علميا وتعليميا فادحا. 2- العبارة الخاطئة السابقة تشبه العبارة الصحيحة في المسار الإهليجي وهي $vs=(GMT/\rho)^{0.5}$ حيث يُمثّل ρ نصف قطر الانحناء أو Rc ولا يُمثل r ويختلف عنه في الحالة العام حاملا وطولا وخصائصا. في الحالة الخاصة مسار دائري فقط r= ρ. 

	3- لا يمكن البرهان على العلاقة فقط بالقانون الثاني لنيوتن كما هو الحال في الحركة الدائرية، وإنما يمكن البرهان بخصائص الطاقة الميكانيكية الواردة في المنهاج أو بانحفاظ العزم الدوراني للقوى المركزية والذي هو خارج منهاج الثانوي. بالطبع يُمثل الحل النموذجي المقترح نمطًا مميزًا للأخطاء المرتكبة في تدريس علم الفلك وقوانين كبلير في الثانوي. وبالطبع البرهان الوارد في الحل النموذجي خاطئ. في الكتاب المدرسي، وردت المسارات الإهليجية في نشاط مقترح بعنوان "الجاذبية والرحلة إلى زحل". توجد مسارات إهليجية عديدة خلال الرحلة بشرح مبهم وخاطئ حول الرحلة دون وصف المدارات الانتقالية الإهليجية. نشاط 4 : الجاذبية والرحلة إلى زحل  وثيقة 12 : أقمار اصطناعية أطلقت بسرعات مختلفة. لقد توصل علماء الفضاء إلى طريقة تمكنهم من إرسال مركبة فضائية إلى زُحل اعتمادًا على استغلال جاذبية بعض الكواكب الموجودة في مسار المركبة. يتم وضع الأقمار الإصطناعية في مدارها وذلك بإعطائها سرعة مماسية وكافية باستعمال منصة إطلاق. إذا كانت السرعة كبيرة بما فيه الكفاية فإنها تسمح للمركبة بالتحرر من الجاذبية الأرضية ولا يمكن رجوعها. أما إذا كانت السرعة صغيرة فإنها تسقط على سطح الأرض. توضع الأقمار عادة في مدارات دائرية (أو شبه دائرية) لأنها تمتلك سرعة الإنفلات (وثيقة 12). إذا توقف القمر عن الحركة فإنه يسقط على الأرض ولكن عند السرعات الكبيرة (وثيقة 13) تنعدم قوى الجاذبية للأرض. وعليه فإن القمر يتم إسراعه ولكن سرعته المماسية تبقيه في مسار خطي.  وثيقة 13 : مسار المركبة الفضائية كاسيني هويغنز التي انطلقت من الأرض في أكتوبر تتحرك الأقمار (في الغالبية تقريبا) على دوائر حيث يكون التسارع $a_n = \frac{v^2}{r}$. إن القوة التي تعطي هذا التسارع للأقمار هي الجاذبية وعليه فإنها توضع على مسافات معتبرة من الأرض. نستعمل القانون الثاني لنيوتن لمعرفة هذه القوة. العلاقة التي تربط بين بعد القمر عن الأرض وسرعته تبين أن القوة الوحيدة المؤثرة هي قوة الجاذبية، وأن البعد هو مجموع نصف قطر الأرض والإرتفاع الذي توجد فيه المركبة بالنسبة لسطح الأرض. تنطلق المركبة الفضائية كاسيني هويغنز من الأرض إلى زحل. كتلة المركبة

نص السؤال 2	**2.** بعدما يأخذ القمر الاصطناعي وضعه الدائم (مداره الجيو مستقر): **1.2.** أذكر كيف يكون شكل مداره ؟ و ما هي قيمة دوره T ؟ **2.2.** بالاستعانة بقانون كبلر الثالث أحسب ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض . **يعطى:** كتلة الأرض $M_T = 5.97\times10^{24}\ Kg$ ، نصف قطر الأرض $R_T = 6.4\times10^{6}\ m$ ثابت الجذب العام $G = 6.67\times10^{-11}\ S.I$
التعليق	الجزء 1.2 بسيط والإجابة يمكن أن تكون تكرارا للسؤال 1.1. السؤال 2.2: بما أن نقطة الأوج تقع أيضا على المدار النهائي الدائري وتمثّل نقطة مغادرة القمر من الإهليج إلى الدائرة وحسب معطيات النص الجواب هو h_1=41991km ويخالف بالطبع القيمة الحقيقية بتطبيق القانون الثالث. الجواب الصحيح هو h=36000km الوارد في الحل. يدل هذا التناقض على عدم معرفة وفهم مراحل إطلاق قمر جيومستقر. يمكن ملاحظة أن في أسلوب طرح الأسئلة يطلب تطبيق مباشر لقوانين معينة دون طرح السؤال حول ما هو القانون الذي يمكن تطبيقه في كل حالة. هذا الأسلوب لطرح الأسئلة لا يتماشى مع التقويم وفق المقاربة بالكفاءات العرضية والخاصة بتوظيف الملائم للموارد المعرفية في حل المشكلات.

5. جداول الأخطاء في الحل النموذجي

الإجابة النموذجية	**التمرين الثاني(04 نقاط):** **1.1- شرح المصطلحين:** - إهليلجي: هو مدار بيضوي متناظر يحتوي أحد محرقيه الكوكب المركزي (الارض) 0.25 - جيومستقر: هو خاصية جسم يدور حول الأرض في مستوى خط الاستواء في نفس جهة دورانها و له نفس دور الأرض حول نفسها . 0.25 **2.1- المرجع المناسب لدراسة حركة القمر:** المرجع الجيومركزي 0.25
التعليق	1.1 شرح المصطلحين: إهليلجي: غياب الخاصية الهندسية لأن مجموع المسافتين بين نقطة M من المدار والمحرقين F و F' ثابت ويساوي طول القطر الأعظمي أي MF+MF'=2a المسار هو نصف الإهليج فقط. يقطع الكوم سات نصف الإهليج من نقطة الحضيض إلى نقطة الأوج. جيومستقر: غياب الخاصية الأساسية الناتجة عن الخصائص المذكورة، أي القمر الجيومستقر ساكن بالنسبة لسطح الأرض حيث تثبت محطات الاتصالات وتوجه نحوه هوائيات استقبال قنوات التلفيزيون. 2.1 المرجع المناسب لدراسة الحركة: بما أن هناك معلمان أرضيان مناسبان للدراسة حيث القمر الجيومستقر يدور بحركة دائرية منتظمة بالنسبة لمعلم جيومركزي وأنه ساكن بالنسبة لمعلم سطحي أرضي. المعلم الأول عطالي يسمح لتفسير الحركة بقوة الجاذبية وحدها . أما المعلم الثاني، إنه مثال لمعلم لاعطالي حيث يسمح لتفسير سكون القمر بإدخال قوة عطالية أي القوة الطاردة المركزية مع القوة الجاذبية. تمثل القوة الطاردة المركزية في عدة مقرات ودروس الوسيلة المعتمدة لتفسير بصفة خاطئة استقرار القمر في مدار وعدم سقوطه على سطح الأرض.
الإجابة النموذجية على السؤال 3.1	جهة دورانها و له نفس دور الارض حول نفسها . **2.1- المرجع المناسب لدراسة حركة القمر:** المرجع الجيومركزي 0.25 **3.1- الرسم التخطيطي للمسار**  0.25 0.25 0.25
التعليق	المطلوب هو رسم بعناية خاصة للسرعتين في الحضيض والأوج، ولذلك يجب معرفة العلاقة بينهما. بما أن عبارة السرعة مطلوبة في السؤال الموالي ستكون العناية نسبية والرسم يكون كيفيا. كان يمكن تأجيل طلب الرسم بعد السؤال حول عبارة السرعة. سنبرهن في التعليق حول عبارة السرعة في المسار الإهليجي وبدون توظيف مبدأ انحفاظ العزم الدوراني للقوى المركزية (الخارج عن منهاج الثانوي) على العلاقة التالية: $v_1.r_1 = v_2.r_2$ أو $v_2/v_1 = r_1/r_2$. نلاحظ أن في الشكل المقترح $v_2/v_1 = 3$ و $r_1/r_2 = 6$. ملاحظتان إضافيتان: • حسب الشكل يتجه القمر من نقطة الحضيض إلى نقطة الأوج وهذا صحيح ويتناقض مع الوصف الوارد في النص أين القمر يتجه من الأوج إلى الحضيض. • يتم فتح الخلايا الشمسية بعد وصول القمر إلى المدار النهائي وليس في المدار الانتقالي كما هو مرسوم في الشكل.

الإجابة النموذجية على السؤال 4.1	الإجابة النموذجية لموضوع اختبار مادة: العلوم الفيزيائية/ الشعبة: رياضيات + تقني رياضي/ بكالوريا: 2018 عناصر الإجابة (الموضوع الأول) — العلامة: مجزأة / مجموع 4.1- عبارة السرعة المدارية: v_s : — 0.25 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum\vec{F}=m\vec{a}$ على القمر الإصطناعي نجد $\vec{F_{T/S}}=m\vec{a}$ — 0.25 بالإسقاط على المحور الناظمي نجد $F_{T/S}=m_S.a_N$ — 0.25 حيث $a_N=\frac{v_S^2}{r}$ ، $F_{T/S}=G\frac{m_S.M_T}{r^2}$ بالتعويض نجد $v_S=\sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$ - حساب قيمة السرعة المدارية: - موضع الحضيض ($r=h_2+R$): نجد $v_{2(S)}=\sqrt{\frac{G.M_T}{h_2+R}}=\sqrt{\frac{6,67\times10^{-11}\times5,97\times10^{24}}{6,6\times10^6}}=7767\,m/s$ - موضع الأوج ($r=h_1+R$): نجد $v_{1(S)}=\sqrt{\frac{G.M_T}{h_1+R}}=\sqrt{\frac{6,67\times10^{-11}\times5,97\times10^{24}}{48,39\times10^6}}=2869\,m/s$ 2.75 — 0.25 — 0.25
التعليق	تمثل هذه الإجابة سلسلة من الأخطاء الفادحة المرتكبة في تدريس الفيزياء في الثانوي وخاصة تطبيق علاقات خارج مجال صلاحيتها لأن العلاقة المطلوب البرهان عليها صحيحة في الحركة الدائرية المنتظمة وخاطئة في الحركة الإهليجية. من الجانب التعليمي توظف الطريقة البيانية "بالإسقاط على محور" دون رسم الشكل المعني وبالطبع في كثير من الحالات النتيجة خاطئة. جدول ملخص للأخطاء في المعطيات والنتائج والعلاقات:

الأخطاء	$F_{T/S}=ma_N$	h_1=41991Km	$a_n=v_s^2/r$	$V_s=(GM_T/r)^{0.5}$	$v_1^2.r_1=v_2^2.r_2$	v_{2s}=7767m/s	v_{1s}=2869m/s
التصحيح	$F_{T/S}=ma$	h_1=35.600km	$a_n=v_s^2/\rho$	انظر عبارتها فيما يلي.	$v_1.r_1=v_2.r_2$	v_{2s}≈10 km/s	v_{2s}≈1.6km/s

يمكن تلخيص المصدر الأساسي للأخطاء وهو تطبيق علاقات صالحة فقط في الحركة الدائرية على الحركة الإهليجية وعدم معرفة ما يحدث في نقطتي الحضيض والأوج.

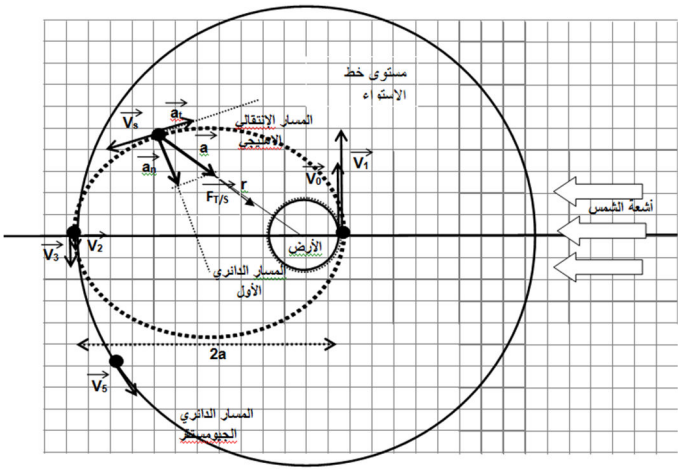
يمكن تلخيص مراحل حركة القمر الجيومستقر كالتالي: بعد استقماره على مدار منخفض دائري نصف قطر 6400km+200km=6600km بسرعة 7.8km/s يتم في نقطة P تغيير المسار بتشغيل محركات مدة قصيرة جدا بتغيير السرعة وتصبح قيمتها تساوي 10km/s (كما توضحه صورة منحنى السرعة في شريط الإطلاق) ومغادرة المسار الدائري في P نقطة الحضيض في المسار الإهليجي الانتقالي. يواصل القمر حركته على نصف الإهليج بسرعة متغيرة حتى يصل إلى A نقطة الأوج بسرعة 1.6km/s حيث يتم تشغيل محركات مدة قصيرة جدا لمغادرة الإهليج إلى المدار الدائري الجيومستقر بحركة منتظمة سرعتها 3.1km/s كما جاء في حل التمرين الثاني لشعبة العلوم التجريبية 2018.

في تمرين حول الكوم سات الأسئلة تتعلق بالسرعات على الإهليج برسمها وتحديد عبارتها وقيمتها.

العلاقات والنتائج في النص والإجابة النموذجية تتعلق بالحركتين الدائريتين المنخفضة والجيومستقرة.

البرهان على عبارة السرعة المدارية العبارات التالية خاطئة:

- $F_{T/S}=m_S.a_N$ خاطئة لأن تسارع القمر $\vec{a}$ أو نرمز له بـ $\overrightarrow{a_S}$ لتمييزه بنصف قطر الإهليج ليس ناظميا وإنما له مركبة مماسيه ومركبة ناظميه كما يوضحه الشكل أدناه.
- $\overrightarrow{a_S}=\overrightarrow{a_N}$ في نقطة الأوج ونقطة الحضيض فقط و $\overrightarrow{a_S}\neq\overrightarrow{a_N}$ في كل النقاط الأخرى لأن $\overrightarrow{a_S}=\overrightarrow{a_N}+\overrightarrow{a_T}$ كما يوضحه الشكل أدناه.



- اعتبار أن تسارع القمر في أي نقطة يساوي $\overrightarrow{a_N}$ أي أن التسارع المماسي معدوم في كل النقاط يؤدي إلى أن الحركة منتظمة، أي تناقض علمي وتعليمي فادح مع هدف السؤال وهو تطبيق القانون الثاني لكبلير الذي يصف الطابع المتغير للسرعة أي وجود تسارع مماسي.
- بما أن التسارع المماسي يساوي $a_T=dv/dt$ فإنه ينعدم في نقطة الحضيض ونقطة الأوج حيث طويلة السرعة تأخذ أكبر قيمة وأصغر قيمة وكان السؤال السابق 3.1 يعتمد على هذه الخاصية لرسم السرعتين بالعناية المطلوبة.
- $a_N=v^2_S/r$ خاطئة لأن r لا يمثل نصف قطر الانحناء في تلك النقطة وإنما يمثّل طول شعاع الموضع.
- $v^2_S=(GM_T/r)$ خاطئة بسبب الأخطاء السابقة.
- كل ما جاء في فقرة حساب قيمة السرعة المدارية خاطئ ومنه النتائج العددية خاطئة.

اقتراح للحل دون الخروج من المنهاج

بما أن القانون الثاني لنيوتن لا يكفي للبرهان على عبارة السرعة المدارية الانتقالية وبما أن المنهاج يحث على تفسير الظواهر المدروسة بالقوى وبالطاقة، كان من الممكن إعطاء السؤال على الشكل التالي: علما أن E_P الطاقة الكامنة الجاذبية للقمر في مجال جاذبية الأرض تساوي $E_P=-GM_Tm/r$ وطاقته الميكانيكية في المسار الإهليجي تساوي $E_M=-GM_Tm/2a$، هل الطاقة الميكانيكية محفوظة في هذه الحالة ولماذا؟ استنتج عبارة السرعة المدارية.

الجواب

إن عبارة الطاقة الميكانيكية $E_M=-GM_Tm/2a$ عبارة مستقلة عن r أي لا تتعلق بوضع القمر على مداره، ومنه نستنتج أن E_M محفوظة. يمكن البرهان بتوظيف نظرية الطاقة الميكانيكية أي تغيير الطاقة الميكانيكية يساوي مجموع أعمال القوى الخارجية. بالنسبة للجملة (قمر+ أرض) أو (قمر في مجال الأرض)، القوى الخارجية معدومة ومجموع أعمالها معدوم أي E_M محفوظة. بما أن الطاقة الميكانيكية تساوي مجموع الطاقتين الحركية والكامنة يمكن استنتاج عبارة v(r) من العلاقة:

$$E_M=Ec+E_P=0.5\ mv^2-GM_Tm/r=-GM_Tm/2a$$

ومنه عبارة السرعة المدارية: $v(r)=(GM_T/a)^{1/2}((2a/r)-1)^{1/2}$ أو

$$v(r)=\sqrt{2GM_T(\frac{1}{r}-\frac{1}{2a})}$$

الإجابة النموذجية على السؤالين1.2 و 2.2	1.2- شكل المدار: دائري مركزه منطبق على مركز الارض - قيمة دوره : بما أن القمر الاصطناعي جيو مستقر فإن دوره $T_S = 24h$ 2.2- حساب الارتفاع عن سطح الارض: باستعمال قانون كبلر الثالث $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_T}$ نجد $r = \sqrt[3]{\frac{T^2.G.M_T}{4\pi^2}} = 42,24\times10^6\ m$ ومنه $h = r - R_T = 42,24\times10^6 - 6,4\times10^6 = 35,84\times10^6 m \mid\mid 36\times10^3\ km$	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25
التعليق	تمثل الإجابة النموذجية على شكل المدار وقيمة الدور تكرارا لما جاء في السؤال الأول حول تعريف مصطلح جيومستقر. في الإجابة على 2.2 النتيجة h=36000km صحيحة ومن المفروض أنها تمثل h_1 أيضا بنفس الرمز ونفس القيمة.	

ملاحظة: في نفس السنة 2018، كان القمر ألكوم سات أحد مواضيع الباك لشعبة العلوم التجريبية ويتعلق بدراسة خصائص المدار النهائي دون المرحلة الانتقالية بمعطيات صحيحة. يُمثل النص والإجابة النموذجية نمطًا من تمرين في متناول التلميذ المتوسط نظرًا للأسئلة والأجوبة الكلاسيكية.

يعتمد الحل على ما جاء في الكتاب المدرسي والحلول السابقة لشرح بصفة غير كافية الفرق بين المرجع والمعلم ولماذا يعتبر المرجع عطاليا.

الشرح بالمدات غير مقنع. المعيار الأساسي لمعرفة هل المعلم عطالي أو لاعطالي هو أن في المعلم العطالي نفسر الحالة الحركية للجملة بالقوى "الحقيقية" أي الناتجة عن تأثير متبادل بين الجمل أي جاذبية أو كهرومغناطيسية. أما في المعالم اللاعطالية، لتفسير الحالة الحركية لجملة القوى "الحقيقية" غير كافية ويجب إضافة لها قوى عطالية أو "شبه قوى" مثل القوة الطاردة المركزية.

كان من الممكن إضافة في الحل أن امتداد الخط المستقيم يمر من المبدأ لكتابة العلاقة $v^2 = a(1/r)$ وحساب معامل التوجيه اعتمادًا على نقطتين متباعدتين على المنحنى وذلك كي يكون الارتياب أصغريا. نلاحظ أيضا في 3.3 نفس النقص في التعليل بغياب أهم خاصية وهي سكون القمر بالنسبة لسطح الأرض.

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (04) صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى الصفحة 8 من 8)

الجزء الأول: (13 نقطة)

التمرين الأول: (06 نقاط)

الكوم سات -1- قمر اصطناعي جزائري تم تركيبه على مستوى مركز تطوير الأقمار **الاصطناعية** ببئر الجير بولاية وهران، من شأنه توفير خدمة الاتصالات والأنترنت، بث القنوات **الاذاعية والتلفزيونية**...، تم إطلاقه بتاريخ 10 ديسمبر 2017.

1. نعتبر قمرًا **اصطناعيًا** (S) **كتلته** m يدور حول الأرض على بعد r من مركزها بحركة دائرية منتظمة.
لدراسة حركة هذا **القمر الاصطناعي، نختار** معلما مرتبطا بمرجع عطالي مناسب.

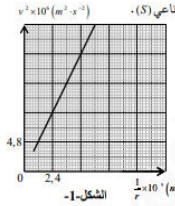
1.1. ما هو هذا المرجع؟ **ولماذا نعتبره عطاليا**؟ ثم عرّف المعلم المرتبط به.

2.1. مثّل كيفيًا شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ التي تُطبّقها الأرض T على القمر الاصطناعي (S).

3.1. عبّر عن شدة شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ **بدلالة المقادير** G، M_T، m، r.
حيث: M_T كتلة الأرض.

4.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع المختار، **جد عبارة مربع** سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي v^2 **بدلالة** G، M_T و r.

2. يمثل المنحنى البياني المقابل تطور مربع السرعة المدارية **للقمر** الاصطناعي (S) بدلالة مقلوب البعد $v^2 = f\left(\frac{1}{r}\right)$ (الشكل-1-).



الشكل-1-

1.2. اكتب معادلة المنحى البياني، واستنتج قيمة كتلة الأرض M_T.

2.2. جد عبارة الدور T للقمر الاصطناعي (S) بدلالة G، M_T و r.

3. يدور القمر الاصطناعي الكوم سات -1- في مسار دائري نصف قطره $r = 42400\,km$، **في مستوى خط الاستواء** باتجاه دوران الأرض حول محورها.

1.3. استنتج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي الكوم سات -1- اعتمادا على الشكل-1-.

2.3. احسب دور القمر الاصطناعي الكوم سات -1-، وهل يمكن اعتباره جيوستقرا ؟ برّر.

يُعطى: ثابت الجذب العام: $G = 6,67\times10^{-11}\,SI$

الإجابة النموذجية لموضوع اختبار مادة: العلوم الفيزيائية/ الشعبة: علوم تجريبية/ بكالوريا: 2018

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الجزء الأول: (13 نقطة)		
التمرين الأول: (06 نقاط)		
1.1 **المرجع** المناسب : المرجع المناسب لدراسة حركة هذا القمر هو المرجع الجيومركزي. **نعتبره عطاليا** لان مدة دراسة حركة القمر صغيرة أمام دور حركة الأرض حول الشمس **تعريف المعلم: مبدؤه** مركز الأرض ومحاوره الثلاث متعامدة ومتجهة نحو ثلاثة نجوم **بعيدة نعتبرها ثابتة.**	3×0,25	2,50
2.1. تمثيل **كيفي لشعاع القوة في** المرجع المختار.	0,50	
3.1. التعبير عن شدة **شعاع القوة:** $F_{T/S} = G\frac{M_T \cdot m}{r^2}$	0,25	
4.1. عبارة v^2 : بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على **مركز عطالة القمر** (S) **في** المعلم العطالي: $\vec{F}_{T/S} = m\vec{a}_G$	0,25	
بالإسقاط على المحور الناظمي نجد: $F_{T/n} = ma_n = m\frac{v^2}{r}$; $\frac{G.M_T.m}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$	0,50	
$v^2 = \frac{G.M_T}{r}$.....(1)	0,25	
1.2. ايجاد العبارة البيانية لمنحى الشكل-1- البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته الرياضية من الشكل : $v^2 = a\frac{1}{r}$ حيث a معامل التوجيه. $a = \frac{\Delta v^2}{\Delta\left(\frac{1}{r}\right)} = \frac{4,8\times4\times10^7 - 0}{2,4\times2\times10^{-7} - 0} = 4\times10^{14}\,m^3\cdot s^{-2}$	0,25	1,50
ومنه $v^2 = 4\times10^{14}\frac{1}{r}$.....(2)	0,25	
- استنتاج قيمة كتلة الأرض M_T . بالمطابقة بين (2) و (1) : $a = G.M_T = 4\times10^{14}\,m^3\cdot s^{-2}$ ومنه: $M_T = 6\times10^{24}\,kg$	0,25	
2.2. عبارة الدور T للقمر (S) بدلالة G ، M_T ، r : $T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_T}}$	0,25	

الإجابة النموذجية لموضوع اختبار مادة: العلوم الفيزيائية/ الشعبة: علوم تجريبية/ بكالوريا: 2018

1.3. استنتاج قيمة السرعة المدارية : $r = 42400km$; $\frac{1}{r} = 2,4\times10^{-8}m^{-1}$	0,25	2,00
بالإسقاط على البيان: $v = 3,1\times10^3 m/s$	0,25	
2.3. حساب الدور : $T = \frac{2\pi r}{v} = 85894s = 23,86h \approx 24h$ (نقبل طرق أخرى)	0,50	
3.3. يمكن اعتبار أكوم سات 1 قمرا جيو مستقرا: التعليل : - يدور في مستوى خط الاستواء.	0,25	
- في نفس اتجاه دوران الأرض حول محورها.	0,25	
- دوره يساوي دور الأرض حول محورها $T \approx 24h$.	0,25	

مقارنة الحلين: نلاحظ وجود نفس طريقة الحل ونفس العلاقات في الحلين رغم الاختلاف الشاسع بين الحالتين أي السرعة على المدار الانتقالي الإهليجي في الباك شعبة ر. و ت. ر. والسرعة على المدار النهائي الدائري في الباك شعبة ع. ت.

الإجابة النموذجية لموضوع اختبار مادة: العلوم الفيزيائية/ الشعبة: رياضيات + تقني رياضي/ بكالوريا: 2018

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
4.1- عبارة السرعة المدارية v_s :		
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum\vec{F} = m\vec{a}$ على القمر الإصطناعي نجد $\vec{F}_{T/S} = m\vec{a}$	0.25	
بالإسقاط على المحور الناظمي نجد $F_{T/S} = m_S.a_N$	0.25	
حيث $a_N = \frac{v_S^2}{r}$ ، $F_{T/S} = G\frac{m_S.M_T}{r^2}$ بالتعويض نجد $v_S = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$	0.25	

تطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة القمر (S) في المعلم العطالي:

$$\vec{F}_{T/S} = m\vec{a}_G$$

بالإسقاط على المحور الناظمي نجد: $F_{T/S} = ma_n = m\frac{v^2}{r}$; $\frac{G.M_T.m}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$

$$v^2 = \frac{G.M_T}{r}.....(1)$$

6. خلاصة

نظرًا للأضرار العلمية والتعليمية الناتجة عن استعمال هذا التمرين في الدروس والتقويم من طرف الأساتذة والتلاميذ، نقترح حذفه من المقررات الرسمية مثل الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات والمركز الوطني للتعليم عن بعد أو نشر تنبيه معه حول الأخطاء الواردة فيه.

بصفة عامة خلال تدريس قوانين كبلر والظواهر الفلكية ونظرًا لنقص التكوين في هذا الميدان، توجد صعوبات علمية وتعليمية مع ارتكاب أخطاء وذلك في عدة بلدان، كما سنوضحه في مقال ثانٍ إن شاء الله.

المراجع

[1] المرجعية العامة للمناهج، وزارة التربية الوطنية، اللجنة الوطنية للمناهج، مارس 2009.

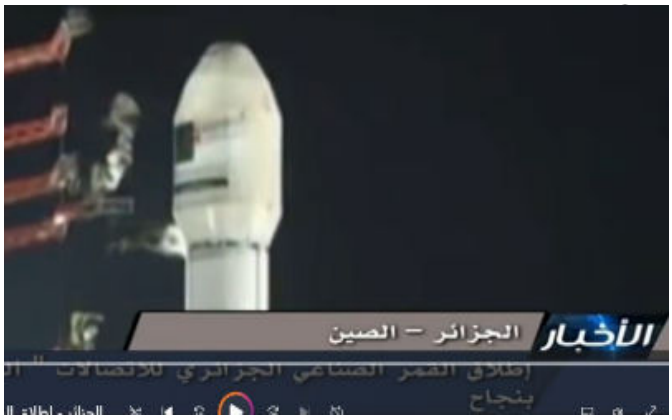
[2] الدليل المنهجي لإعداد المناهج، وزارة التربية الوطنية، اللجنة الوطنية للمناهج، 2009.

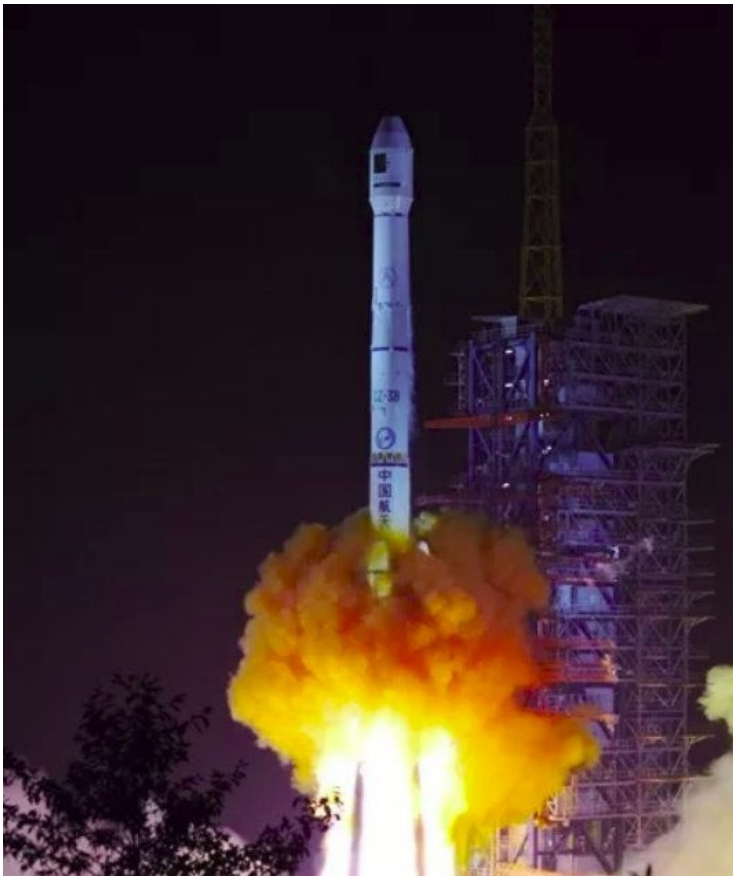
[3] وزارة التربية الوطنية، مناهج التعليم الإجباري، 2003.

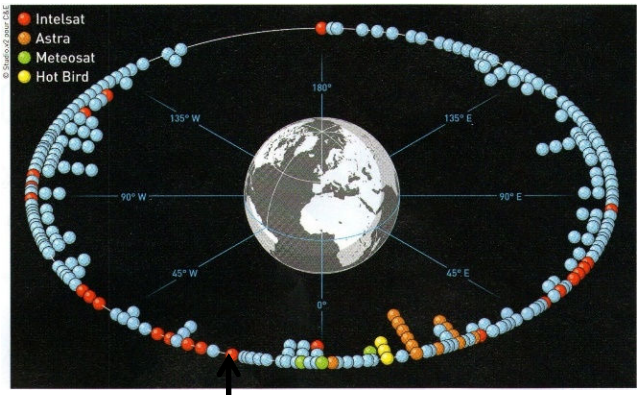
[4] وزارة التربية الوطنية، مناهج التعليم الإجباري، 2015.

[5] وزارة التربية الوطنية، مناهج التعليم الثانوي، 2005.

[6] الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات، امتحان شهادة البكالوريا، مادة العلوم الفيزيائية، شعبة ر، و ت. ر.، جوان 2018.







Alcomsat1