

# אולימפיאדת רמון לחלל לחטיבות הביניים שנה"ל תש"ף



## הגאזיבֵּיָה וְ"הגאזיבֵּיָה הֶאֱסְטֵנאַעִיָּה"

**כֹּחַ הַתְּגָאֵב (כֹּחַ הַגְּאִזִּיבֵּיָה)** הֵיא כֹּחַ תְּעַמַל בֵּינ גִּסְמִינ לְהֵמָּה כְּנֵלָה. עַנְדְּמָא יִכּוֹן הַגִּסְמָנ הֵמָּה עֵאֵלֵם כִּבִּיר וְגִסְמִן סְגִיֵר מוֹדוֹד פּוֹקֵה, פִּינֵן הָעֵאֵלֵם הַכִּבִּיר לֹא יִתְסַרַע נְחוֹ הַגִּסְמִן הַסְּגִיֵר בְּסִבְבַּ כְּנֵלְתֵה הַכִּבִּירָה וְלִכְּן הַגִּסְמִן הַסְּגִיֵר סִיִּתְסַרַע נְחוֹ הַזֶּה הָעֵאֵלֵם. תְּסַרְע הַגְּאִזִּיבֵּיָה אֹו תְּסַרְע הַתְּקָאֵלָה עַלִּי סִטְח הַכּוֹרֵה הָאַרְצִיָּה יִרְמָז לֵה בַּחֲרֵף הָאִנְגְּלִיזִי  $g$  וְקִימֵתֵה 9.8 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה כֹּלִּ תְּאִיָּה (מֵטֵר  $m/s^2$ ). הַזֶּה הוּא הַתְּסַרְע הַזֶּה תְּסִפֵּט בֵּה הָאֲגִסְמָם עַלִּי סִטְח הָאַרְצִיָּה. מַעֲנִי הַזֶּה אִן סְרַעֵה הַגִּסְמִן הַסֹּאֲקֵט סְפּוֹטָא חֲרָא עַלִּי סִטְח הָאַרְצִיָּה מִן מְנַטְקָה קְרִיבָה מִנֵּה תִּזְדַּאד בּוֹתִירָה 9.8 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה פִּי כֹּלִּ תְּאִיָּה מִן הַסְּפּוֹט. אִי אִן, בַּעַד מְרוֹר תְּאִיָּה מִן הַסְּפּוֹט תִּכּוֹן סְרַעֵתֵה 9.8 תְּאִיָּה, פִּי נְהַיָּה הַתְּאִיָּה הַתְּאִיָּה תִּכּוֹן סְרַעֵתֵה 19.6 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה וּפִי נְהַיָּה הַתְּאִיָּה הַתְּאִיָּה תִּכּוֹן סְרַעֵתֵה 29.4 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה וְהֵלֵם גֵּרָא.

תְּסַרְע הַגְּאִזִּיבֵּיָה  $g$  עַלִּי סִטְחוֹ עוֹאֵלֵם מְחֻלְפָה יִוֹטֵר אִיבְּצָא עַלִּי הָאוֹזָאן הַתִּי תִּקָּאֵס לְאֲגִסְמָם. וְזֵנ הַגִּסְמִן ( $W$  Weight) הוּא חֲסִיבֵּלָה כֹּחַ הַתְּגָאֵב הַעֹאֵמֵלָה בֵּינ הָעֵאֵלֵם וְהַגִּסְמִן הַקְּרִיב מִן סִטְחֵה וְיִקָּאֵס בּוֹחַדָּת כֹּחַ תְּסִמָּי "נִיּוֹטֵן" הַתִּי תִּכָּאֵף כִּיְלוֹגְרָם \*מֵטֵר־תְּאִיָּה<sup>2</sup>. מִקְדָּאֵר תְּסַרְע הַגְּאִזִּיבֵּיָה עַלִּי סִטְח הָעֵאֵלֵם  $g$  הוּא נְסִיבָה תְּאִיָּה בֵּינ וְזֵנ הַגִּסְמִן וְכְנֵלְתֵה  $m$  עַלִּי סִטְח הָעֵאֵלֵם:

$$(1) \quad W = m \cdot g$$

$m$  יִמְטָל כְּנֵלָה הַגִּסְמִן הַתִּי תִּקָּאֵס בַּכִּיְלוֹגְרָם (נְחֵן מְעַתָּדוֹן פִּי חַיָּתָנָא הַיּוֹמִיָּה עַלִּי קִיבַּאֵס הַוֵּזֵן בַּכִּיְלוֹגְרָם, לִכְּן הַכִּיְלוֹגְרָם הוּא וּחַדָּה כְּנֵלָה). יִמְכֵן קִיבַּאֵס הַוֵּזֵן בּוֹחַדָּת כִּיְלוֹגְרָם כֹּחַ (אוֹ כִּיְלוֹגְרָם תְּקֻלִּי) וְהִיא הַכֹּחַ הַעֹאֵמֵלָה עַלִּי גִסְמִן כְּנֵלְתֵה כִּיְלוֹגְרָם וַאֲחַד. מַעֲנִי כֵּן, וּחַדָּת הַוֵּזֵן פִּי הַמְּעַאֲדֵלָה (1) הִיא נִיּוֹטֵן, אִי כִיְלוֹגְרָם \*מֵטֵר־תְּאִיָּה<sup>2</sup>.

בַּתְּעוּוִיבִּז פִּי הַמְּעַאֲדֵלָה נִרִי אִן הַגִּסְמִן הַזֶּה כְּנֵלְתֵה 1 כִּיְלוֹגְרָם יִזֵּן 9.8 נִיּוֹטֵן עַלִּי סִטְח הַכּוֹרֵה הָאַרְצִיָּה. תְּסַרְע הַגְּאִזִּיבֵּיָה  $g$  עַלִּי סִטְח הַקְּמֵר הוּא 1.6 מֵטֵר־תְּאִיָּה<sup>2</sup> וְלִזֶּלֶק הַגִּסְמִן הַזֶּה יִזֵּן 1 כִּיְלוֹגְרָם כֹּחַ עַלִּי סִטְח הַכּוֹרֵה הָאַרְצִיָּה יִזֵּן שְׁדָּס כִּיְלוֹגְרָם כֹּחַ עַלִּי סִטְח הַקְּמֵר, אוֹ 1.6 נִיּוֹטֵן. אִזָּא כָּאן הַזֶּה אִמְרִי יִחְרִיבְכֵם קְלִיָּלָא, פִּלָּא תִּקְלָפוּא, פִּינֵן הַזֶּה אִמְרִי אִשְׁגַּל אִיבְּצָא בַּל נִיּוֹטֵן וְאִינְשִׁתַּיִן. קֵד תְּסַאֲעִדְכֵם הַתְּמָרִינ הַתְּאִיָּה פִּי תוֹזְיִיח הַמוֹזְעוֹ. הַמְּהֵם הוּא אִן תִּנְדָּכֵר אִן כְּנֵלָה הַגִּסְמִן הִיא מִקְדָּא תְּאִיָּה לֹא יִתְגַּיֵּר סוּאָא כָּאן הַזֶּה הַגִּסְמִן עַלִּי סִטְח הָאַרְצִיָּה, פִּי הַפִּזְעָא אוֹ עַלִּי סִטְח הַקְּמֵר.

## مسألة حساب ووحدات قياس:

استخدموا المعادلة (1) واحسبوا وزن (بنيوتن) شخص كتلته 70 كيلوغرام على سطح الكرة الأرضية؟ \_\_\_\_\_

ماذا سيكون وزن نفس الشخص على سطح القمر؟ \_\_\_\_\_

الآن سجلوا ما هو الوزن بوحدات كيلوغرام قوة؟ على سطح الأرض \_\_\_\_\_، على سطح القمر \_\_\_\_\_

مثلما يُمكن أن نقيس القوة بوحدات نيوتن وأيضًا بوحدات كيلوغرام قوة، ومثلما يُمكن أن نقيس الطول بالأمتار أو بالسنتيمترات أو بالإنشات، فإن التسارع أيضًا يُمكن أن يُقاس بوحدات مختلفة. أحيانًا نتطرق إلى التسارعات بوحدات  $g$ ، أي نسبةً إلى تسارع الجاذبية على سطح الأرض. يُمكن أن نقول إن تسارع الجاذبية على سطح القمر هو سُدس جي ( $g$ ).

## الجاذبية الاصطناعية

إحدى الصعوبات الفسيولوجية – الصحية في المكوث في الفضاء أو على أجسام صغيرة في الفضاء هي انعدام الوزن أو الوزن الواطي، كما تعلمتم في المرحلة الأولى من أولمبيادة الفضاء. أحد الحلول المُقترحة للمشكلة هي إنتاج "جاذبية اصطناعية". واحد من أهم المبادئ التي توصل إليها أينشتاين هو مبدأ التكافؤ الفيزيائي بين التسارع والجاذبية. فأجسامنا وكذلك هواتفنا تستجيب على نحو مُتشابه للجاذبية وللتسارع. من هنا يُمكن التغلب على الصعوبات المرتبطة بانعدام الوزن في الفضاء بواسطة إنتاج تسارع أو "جاذبية اصطناعية"!

توجد طريقتان عمليتان لإنتاج جاذبية اصطناعية في محطات مأهولة في الفضاء أو على سطوح أجرام سماوية:

### 1. حركة بتسارع خطي

### 2. حركة بسرعة ثابتة على مسار دائري

**التسارع الخطي** – التسارع هو تغيير السرعة. كل واحد منا يعرف ذلك الإحساس كيف أن جسمه يرتد بقوة إلى الخلف على مسند الكرسي في السيارة أو في الطائرة عندما هذه تزيد من سرعتها. هذه القوة تعمل شعوريًا كوزن أو كجاذبية اصطناعية ويُمكن استخدامها في المركبات الفضائية التي تشق طريقها بتسارع إلى مسافات طويلة – مثلًا في الرحلات الفضائية إلى زحل أو إلى المُشتري (في القسم الثاني من الرحلة نحصل على الجاذبية الاصطناعية من تباطؤ المركبة الفضائية في طريقها إلى الهبوط – أي تسارع بالاتجاه العكسي يُؤدي إلى كبح السرعة). تجدر الإشارة أننا ما زلنا لا نمتلك التقنيات التي تجعل المركبة الفضائية قادرة على إنتاج تسارعات ذات قيمة لفترات زمنية طويلة في الفضاء. زمن عمل صواريخ الدفع القوية يُقاس بدقائق معدودة.

**التسارع في الحركة الدائرية** – الجسم الذي يتحرك على مسار دائري يُغيّر دائمًا اتجاه حركته حتى لو كانت سرعته على المسار ثابتة. لذلك يعمل عليه تسارع باتجاه مركز الدائرة. كل واحد منا يعرف هذه القوة في الأجهزة التي تدور في اللونا بارك أو في قطار الجبال، أو حتى في السفر في سيارة عند منعطف، حيث نشعر بتفعيل قوة على جوانب أو على مسند المقعد نتيجةً للتسارع الناتج من الحركة الدائرية.

بما أنه يُمكن إنتاج جاذبية اصطناعية بالحركة على مسار دائري بدون تغيير المكان وكذلك بدون بذل طاقة (بعكس التسارع الخطي)، يُمكن أن نستخدم الحركة الدائرية لإنتاج جاذبية اصطناعية في محطات فضائية في مسار دوراني أو حتى على أجسام صغيرة في الفضاء كالكويكبات أو الأقمار التي على سطحها الجاذبية ضعيفة جدًا.

في الفعالية الخاصة بنا سنتناول فقط الجاذبية الاصطناعية في الحركة الدائرية، وعندما نكتب فقط جاذبية اصطناعية – نقصد ذلك.