

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



## הגאזיבִיָּה וְ"הגאזיבִיָּה האִסְטִנְאִיָּה"

**כֹּחַ הַתְּגָדֵב (כֹּחַ הַגְּאִזִּיבִיָּה)** הֵיא כֹּחַ גְּדִבּ תַעֲמַל בֵּינן גִּסְמִין לְהֵמָּה כְּנֻלָּה. עַנְדְּמָא יִכּוֹן הַגִּסְמָן הֵמָּה עֵלְמ כִּבִּיר וְגִסְמִן סְגִיִּר מוֹדוּד פּוֹקֵה, פִּינן הָעֵלְמ הַכִּבִּיר לֹא יִתְסָרַע נְחוּ הַגִּסְמִן הַסְּגִיִּר בְּסִבָּב כְּנֻלָּתוֹ הַכִּבִּירָה וְלִכְּן הַגִּסְמִן הַסְּגִיִּר סִיִּתְסָרַע נְחוּ הַזֶּה הָעֵלְמ. תְּסָרֵעַ הַגְּאִזִּיבִיָּה אִו תְּסָרֵעַ הַתְּקָלָה עַל־סִטַח הַכּוֹרֵה הָאֶרְצִיָּה יִרְמָז לֵה בַּחֲרֵף הָאִנְגְּלִיזִי  $g$  וְקִימָתוֹ 9.8 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה כֹּל־תְּאִיָּה (מֵטֵר<sup>2</sup>/מ<sup>2</sup>). הַזֶּה הוּא הַתְּסָרֵעַ הַזֶּה תְּסִפֵּט בֵּה הָאִגְסָמִן עַל־סִטַח הָאֶרֶץ. מַעֲנִי הַזֶּה אִן סְרַעַת הַגִּסְמִן הַסָּאֻקֵּט סְפּוּטָא חֲרָא עַל־סִטַח הָאֶרֶץ מִן מְנַטְקָה קְרִיבָה מִנֵּה תִּזְדָּאד בּוֹתִירָה 9.8 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה פִּי כֹּל־תְּאִיָּה מִן הַסְּפּוּט. אִי אִן, בַּעַד מְרוֹר תְּאִיָּה מִן הַסְּפּוּט תִּכּוֹן סְרַעַתוֹ 9.8 תְּאִיָּה, פִּי נְהִיָּה הַתְּאִיָּה הַתְּאִיָּה תִּכּוֹן סְרַעַתוֹ 19.6 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה וּפִי נְהִיָּה הַתְּאִיָּה הַתְּאִיָּה תִּכּוֹן סְרַעַתוֹ 29.4 מֵטֵר פִּי הַתְּאִיָּה וְהֵלֵם גִּרָא.

תְּסָרֵעַ הַגְּאִזִּיבִיָּה  $g$  עַל־סִטוּח עוֹלָם מְחֻלָּפָה יִוֹתֵר אִיבְּטָא עַל־הָאֻזָּאן הַתִּי תִּקָּאס לְאִגְסָמִן. וְזֵרן הַגִּסְמִן ( $W$  Weight) הוּא חִסִּילָה כֹּחַ הַתְּגָדֵב הַעֹמֵל בֵּינן הָעֵלְמ וְהַגִּסְמִן הַקְּרִיב מִן סִטַחֵה וְיִקָּאס בּוֹחֵדָת כֹּחַ תְּסֻמָּי "נִיּוֹטֵן" הַתִּי תִּכָּאֵף כִּילּוֹגְרָם\*מֵטֵר־תְּאִיָּה<sup>2</sup>. מִקְדָּאר תְּסָרַע הַגְּאִזִּיבִיָּה עַל־סִטַח הָעֵלְמ  $g$  הוּא נְסִיבָה תְּאִיָּה בֵּינן וְזֵרן הַגִּסְמִן וְכְנֻלָּתוֹ  $m$  עַל־סִטַח הָעֵלְמ:

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

$m$  יִמָּתֵל כְּנֻלָּה הַגִּסְמִן הַתִּי תִּקָּאס בַּכִּילּוֹגְרָם (נְחֵן מְעָתָדוֹן פִּי חַיָּתָנָא הַיּוּמִיָּה עַל־קִיבָאס הַזֵּרן בַּכִּילּוֹגְרָם, לִכְּן הַכִּילּוֹגְרָם הוּא וּחֵדָה כְּנֻלָּה). יִמָּכֵן קִיבָאס הַזֵּרן בּוֹחֵדָת כִּילּוֹגְרָם כֹּחַ (אוֹ כִּילּוֹגְרָם תְּקֻלִּי) וְהִיא הַכֹּחַ הַעֹמֵל עַל־גִּסְמִן כְּנֻלָּתוֹ כִּילּוֹגְרָם וָאֵחָד. מַעֲנִי כֵּן, וּחֵדָת הַזֵּרן פִּי הַמְּעָדָלָה (1) הִיא נִיּוֹטֵן, אִי כִילּוֹגְרָם\*מֵטֵר־תְּאִיָּה<sup>2</sup>.

בַּתְּעוּיָצִים פִּי הַמְּעָדָלָה נִרְי אִן הַגִּסְמִן הַזֶּה כְּנֻלָּתוֹ 1 כִּילּוֹגְרָם יִזֵּן 9.8 נִיּוֹטֵן עַל־סִטַח הַכּוֹרֵה הָאֶרְצִיָּה. תְּסָרַע הַגְּאִזִּיבִיָּה  $g$  עַל־סִטַח הַקְּמֵר הוּא 1.6 מֵטֵר־תְּאִיָּה<sup>2</sup> וְלִזֶּלֶק הַגִּסְמִן הַזֶּה יִזֵּן 1 כִּילּוֹגְרָם כֹּחַ עַל־סִטַח הַכּוֹרֵה הָאֶרְצִיָּה יִזֵּן שְׁדָס כִּילּוֹגְרָם כֹּחַ עַל־סִטַח הַקְּמֵר, אוֹ 1.6 נִיּוֹטֵן. אִזָּא כָּאן הַזֶּה אִמְרָ יִחְרִיבְכֶם קְלִילָא, פִּלָא תִּקְלָפוּא, פִּינן הַזֶּה אִמְרָ אִשְׁגַּל אִיבְּטָא בַּל נִיּוֹטֵן וְאִינְשִׁתַּיִן. קֵד תְּסָאֵדְכֶם הַתְּמָרִינן הַתְּאִילִיָּה פִּי תּוּזִיחַ הַמּוּזּוּע. הַמְּהֵם הוּא אִן תִּנְדָּכֵר אִן כְּנֻלָּה הַגִּסְמִן הִיא מִקְדָּא תְּאִיָּה לֹא יִתְגַּיֵּר סוּאָא כָּאן הַזֶּה הַגִּסְמִן עַל־סִטַח הָאֶרֶץ, פִּי הַפִּזְאָא אוֹ עַל־סִטַח 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.