المبادئ الميكانيكية للسباحة

مقدمة :

السباحة نشاط يتم في وسط سائل أين تتجابه فيه قوى متضادة بصفة مستمرة. إن السباح في حالة الثبات يتعرض إلى قانون أرخميدس(ARCHIMIDE)التي يواجه قوة الجاذبية. أما في حالة الديناميكية فإن مقاومة تعيق تقدمه .

وتأتي سرعة السباح للأمام نتيجة لقوتين أحدهما تعمل، على إعاقته وتسمى المقاومة RESISTANCE والأخرى تعمل على دفعه للأمام وتسمى القوة الدافعة propulsionالتي تنتج من حركة الرجلين والذراعين. ولاستثمار أمثل لخصائص الوسط المائي نحو تحقيق قوة دفع أكبر مع تقليل المقاومة الى اقل ما يمكن. يقتضي منا معرفة أنواع المقاومات والعوامل المؤثرة على السباح:

الخواص الطبيعية للماء: (الفيزيائية والكيميائية):

- كثافة الماء La Densite.
- لزوجة الماء La Viscosite.
- عسر الماء La Durete.

الكثافة:

تعبّر الكثافة عن مدى تراص جزيئات المادة، وهي ناتج قسمة كتلة المادة على حجمها، ووحدتها غم /سم ^{3}أو كغ /م ^{3}. تعتمد كثافة المادة على كتلتها وحجمها؛ إذ تزداد كثافة المادة بزيادة كتلتها، بينما تقلّ بزيادة حجمها، لذلك تختلف المواد عن بعضها في كثافتها؛ إذ إنّ المادة ذات الجزيئات الأكثر تراصاً كالألمنيوم تكون كثافتها أعلى من المادة ذات الجزيئات الأقل تراصاً كالخشب .

الكتلة:

تعبّرالكتلة عن كمية المادة الموجودة في الجسم، ووحدتها غم أو كغ؛ وتقاس كتلة الجسم بالميزان .الجدير ذكره أنّ كتلة الجسم تختلف عن وزنه، فوزن الجسم يُعبّر عن مقدار جذب الكوكب له، وهو شكل من أشكال القوة، ووحدته نيوتن، ويُمكن حساب وزن أي جسم على الأرض من خلال ضرب كتلته بمقدار الجاذبية الأرضية وهي 10م/ث .^{2}

الحجم :

يعبّر الحجم عن الحيز الذي يشغله أي جسم في المكان، ووحدته لتر أو مل أو م^{3}أو سم^3، ويقاس الحجم بالمخبار المدرج .إن الأحجام المتساوية من المواد المختلفة لها كثافة مختلفة .

كثافة الماء :

تبلغ كثافة الماء غرام /سم^3، أي إنّ كتلة 1سم ^{3}من الماء تساوي 1غم.

تقاس كثافة السوائل عمليّاً عن طريق قياس كتلة السائل بالميزان أولاً، ثم قياس حجم السائل بالمخبار المدرج، ومن ثمّ إيجاد كثافة السائل حسابياً .

الماء كثافته 1 غم /سم3 وهذا يعني أنه إذا كان لديـــــنا 1 غم من الماء فأنه يشغل حجماً قدرة 1 سم3 فإذا كـــان لدينا 20 غم من الماء، فأنها تشغل حجماً قدرة 20 سم3 ولكن نسبة كتلة الماء إلى حجمه وهي 20 غم :20سم3، لا تـــزال هي نفـــسها 1 غم م/ســـــم3، لذلك فنحن نـــرى ان الكثافة خاصية لا تعتمد على حجم العينة. وتتغير الكثافة بتغير الحجم لنفـــس الكتـــلة من مـــادة ما، أما بالتبريد، أو التســـخين

كثافة بعض المواد :

بعض المواد كثافتها **عالية**؛ كالحديد، والذهب، والنحاس، وأخرى كثافتها **منخفضة**؛ كالخشب، والنفط وغيرها .وتبعاً لذلك تطفو المادة الأقل كثافة فوق المادة الأعلى كثافة، فمثلاً يطفو الزيت فوق الماء، وتطفو قطعة الخشب فوق الماء، بينما تغوص قطعة الحديد في الماء.

المواد التي كثافتها أقل من الماء تطفو على سطحه
أما المواد التي كثافتها أكبر من الماء تغوص فيه.

كثافة بعض المواد:

المادة	الكثافة جم/سم3	المادة	الكثافة جم/سم3
الحديد	7.85	الماء	1
الرصاص	11.37	الجلسرين	1.26
الهواء	0.00129	البترين	0.39
الألمونيوم	2.7	الكحول	0.8

اللزوجة :

هي مقاومة مائع ما للجريان، ومقدار مقاومته لضغط يجبره على التحرك والسيلان .كلما زادت لزوجة مائع ما، قلّت قابليته للجريان .وبالنسبة للسوائل، فإن اللزوجة تكافئ المصطلح الدارج بـ"الثخانة ."فالعسل ثخن عال اللزوجة، والماء سلس دني اللزوجة.

تكون جزئيات سائل عالي اللزوجة مرتبطة ببعضها بشكل قوي، وبذلك تكون أقل قدرة على التحرك .ويكبر احتكاكها بالجسم الصلب الملامس لها، ويمكن وصف اللزوجة بأنها **احتكاك داخلي** بين جزيئات السائل.

نلمس اللزوجة في حياتنا اليومية مثل سقوط ملعقة في عسل النحل أو سقوط قطعة حديد في قطران ، وكذلك جريان الماء داخل أنابيب المياه ، ما يحدث أثناء ذلك من مقاومة للحركة متعلق بلزوجة السائل.

اذا ملأنا اناءين أحدما بالماء والأخر بالعسل في حوضين على التوالي فإننا نلاحظ أن الماء ينساب أسرع من العسل واذا سكبنا بعض الكيروسين في حوض ثالث فإننا نلاحظ أن الكيروسين ينساب اسرع من الماء والعسل ، ويقال ان العسل أكثر لزوجة من الماء والكيروسين ، واذا أخذنا ثلاثة مخابير متشابهة ووضعنا في كل منها حجوما متساوية من ثلاث سوائل مختلفة مثل الماء والكيروسين والعسل واسقطنا في كل منها كره حديد وحسبنا زمن وصول تلك الكرة الى قاع المخبار ، فإننا نجد أن الكرة تصل الى قاع مخبار الكيروسين في زمن اقل من الماء والعسل ، وفي حالة الماء الكرة تهيط اسرع منها في العسل ويفسر ذلك بمقاومة السوائل لحركة الاجسام داخلها . وهذه المقاومة هي الاحتكاك الناشئ من السائل على الجسم الصلب اثناء حركته. وتسمى قوة الاحتكاك الداخلية للسائل هذه باللزوجة.

عسر الماء La Durete

- هو تعبير يستخدم لوصف حالة الماء عندما تكون نسبة الأملاح المعدنية فيه عالية، والتي غالباً ما تكون أملاح الكالسيوم (Ca+2)و المغنسيوم (Mg+2)، بالإضافة إلى بعض الأملاح المنحلة من البيكربونات والكبريتات.

يوجد الكالسيوم في المياه العسرة على شكل كربونات الكالسيوم (CaCO3)حجر جيري) أو كبريتات الكالسيوم .(CaSO4)أما المغنسيوم فيأتي على شكل معدن الدولوميت. والماء العسر هو عادة غير ضار بالصحة.

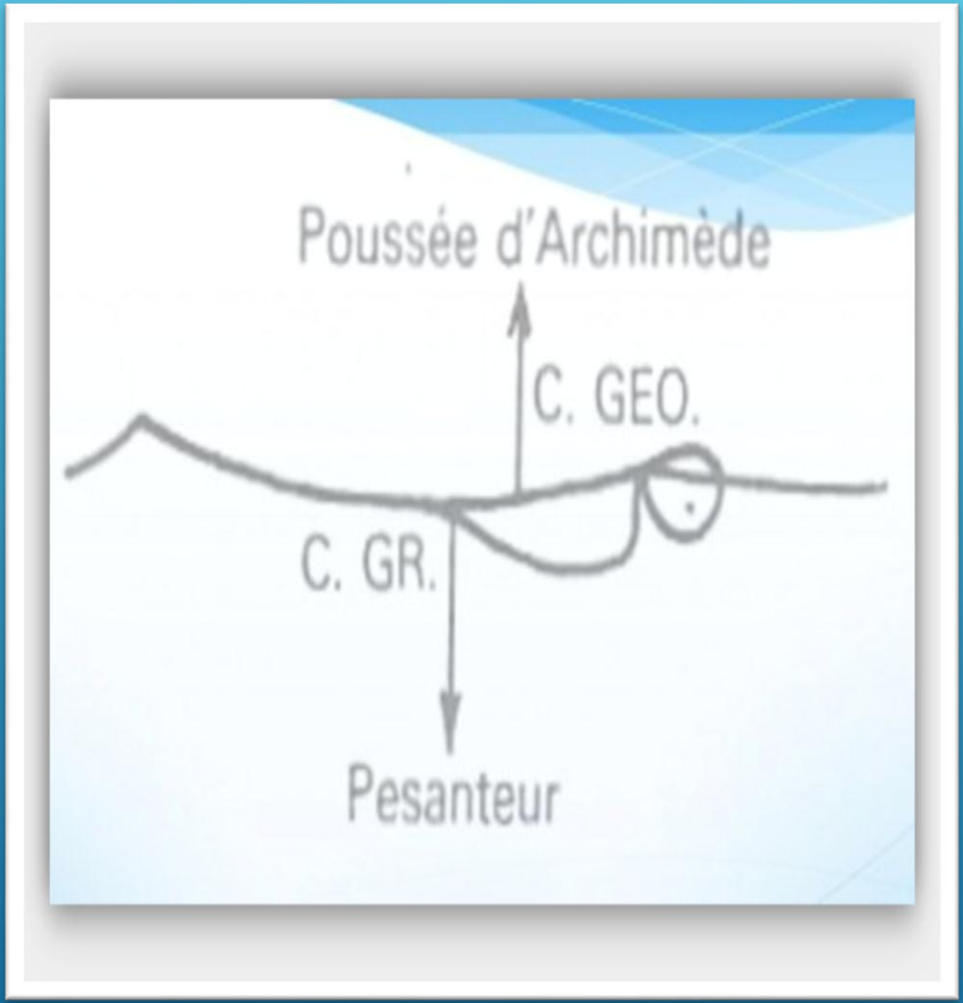
الـــــــــــــــطفو:

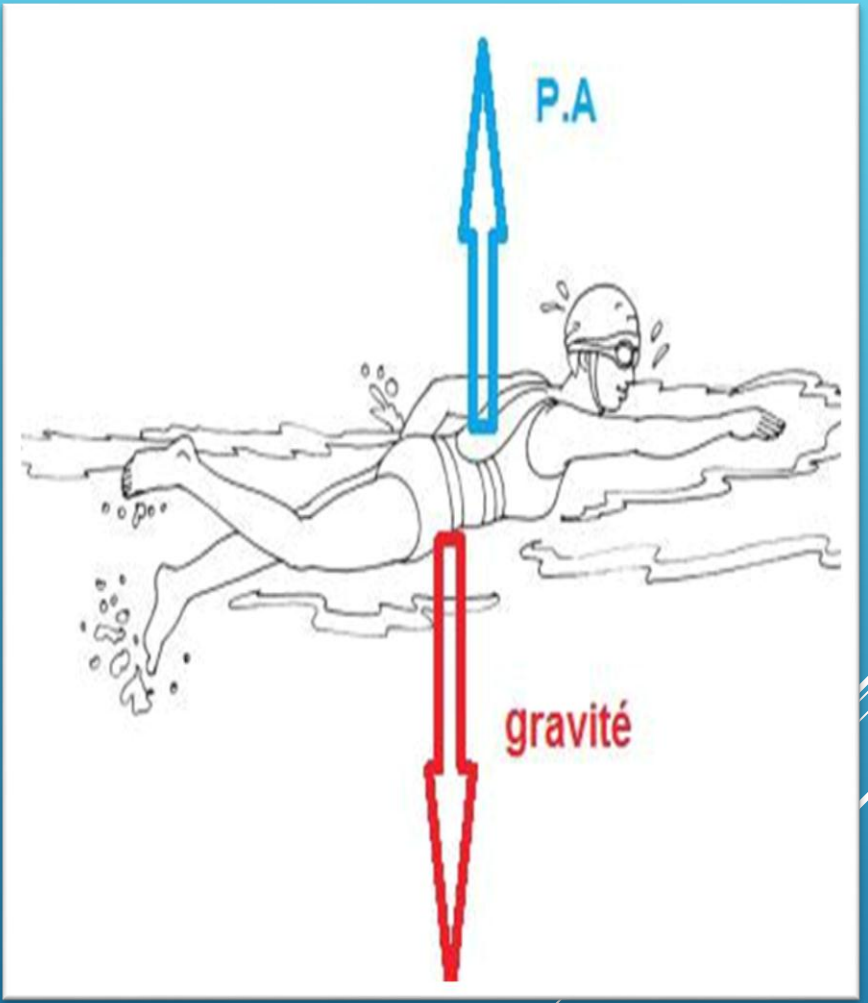
هو قدرة الانسان على البقاء كليا او جزئيا فوق الماء ، ويعتمد هذا على كثافة الجسم و كثافة الماء يكون مقدار قوة الطفو وفقا لمبدأ اكتشف قبل أكثر من 220 سنة من قبل العالم أرخميدس مساوي لحجم الماء الذي يزيحه الجسم المغمور كليا أو جزئيا وهذا

يعني: أنه إذا أزاح الجسم ماء حجمه أكثر من حجم الجسم نفسه فان الجسم سيطفو .ولجسم الانسان غالبا أقصى مقدار لمستوى الطفو عندما يكون الجسم مغمورا كليا وبذلك يزيح أكبر حجم ممكن من الماء، حجم مساوي لحجم ذلك الجسم.

فاذا كانت كثافة الجسم المغمور في الماء اقل من كثافة الماء او معادلة له فان الجسم سيطفو وإذا كانت أكبر فانه سيغمر في الماء.

يتعرض الجسم في الماء الى قوة جذب الارض باتجاه الاسفل، بينما تعمل قوة الطفو – قانون ارخميدس–باتجاه الاعلى، وعندما تتساوى القوتان –جاذبية الارض وقانون ارخميدس –يحدث الطفو. بالإضافة الى ذلك ويولد الماء ضغطا على جميع جوانب الجسم المغمور داخل الماء. علما ان الضغطين الجانبين المتقابلان بالاتجاه والمتساويان بالمقدار يتلاشى تأثيرهما. بينما نلاحظ ان الضغط المؤثر باتجاه الاسفل فوق جسم السباح لا يساوي ضغط الماء باتجاه الاعلى وذلك لان عمق الماء أسفل السباح هو أكبر من على سطحه ولهذا فإن تأثير قوة الدفع الى اعلى تتساوى مع قوة جذب الارض لجسم السباح وبالتالي يبقى الجسم معلقا عند سطح الماء


Poussée d'Archimède
C. GEO.
C. GR.
Pesanteur


P.A
gravité

كثافة جسم الانسان

ان اختلاف كثافة مكونات جسم الانسان من عظام ، عضلات، دهون والرئتين(السعة الحيوية للرئتين) لكل واحدة من هذه المكونات كثافتها الخاصة:

كثافة العظام = 1.5 تغمر في الماء.

كثافة العضلة= 1.1 تغمر قليلا في الماء.

كثافة الدهون= 0.9 تطفو على سطح الماء.

كثافة الرئتين= 0.5 تطفو بصفة كبيرة فوق سطح الماء.

الفروق الفردية في مستوى الطفو :

ان متوسط كثافة جسم الانسان هي تقريبا 1.03 وهي أكثر بقليل من كثافة الماء التي تساوي 1. ان الفروق الفردية في مستوى الطفو ترجع بالأساس الى اختلاف في نسب مكونات الجسم. فكثافة العظام والعضلات أكبر من الماء فان زيادتها في الجسم تؤثر سلبا في الطفو، بينما الدهون اقل كثافة من الماء ولهذا تساعد زيادة نسبة الدهون في الجسم على الطفو. كما ان زيادة السعة الحيوية للرئتين له تأثير ايجابي على الطفو فضلا عن ذلك فان عوامل اخرى تؤثر على مستوى الطفو:

✓ العمر:

في مرحلة الطفولة تكون العظام رخوة ونسبة الغضاريف عالية مما يقلل من كثافة العظام بالإضافة الى النسبة القليلة للعضلات ونسبة معتبرة من الدهون. هذه العوامل تجعل من عملية الطفو لدى الاطفال أحسن مما هو عليه لدى الراشدين.

كما ان في مرحلة الشيخوخة تفقد العظام نسبة كبيرة من الاملاح المعدنية بالإضافة الى زياده نسبة الدهون وانخفاض محسوس في الكتلة العضلية مما يجعل مستوى الطفو اكبر منه لدى الراشدين

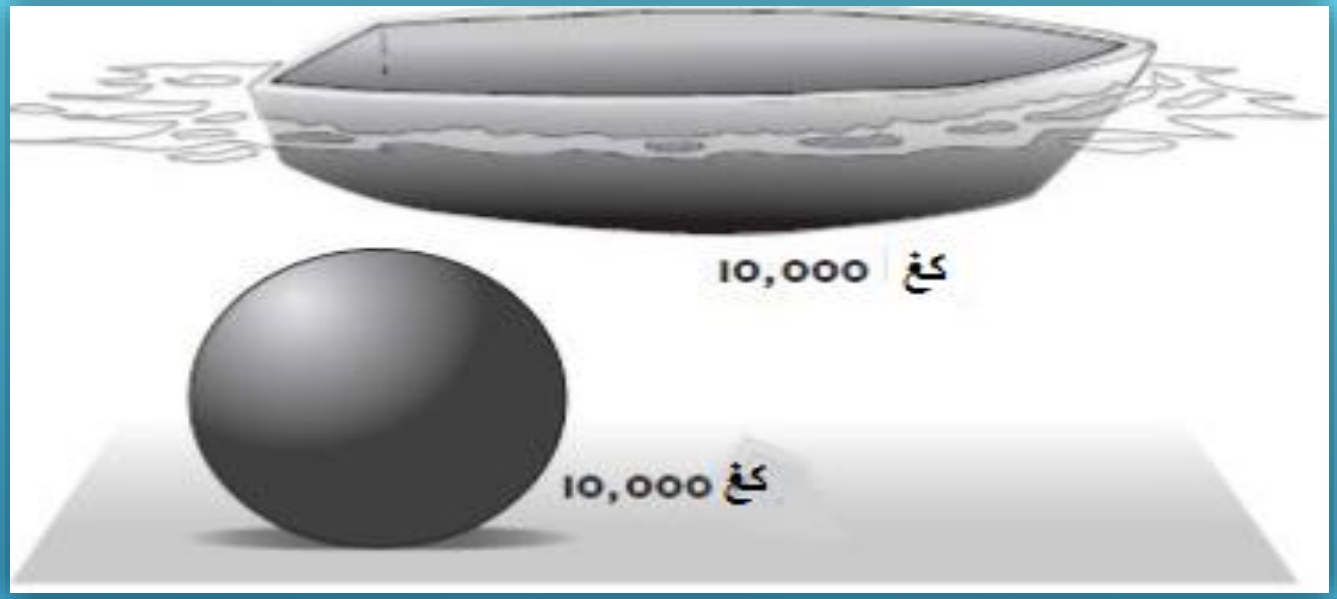
✓ الجنس:

المر2/ أة تتميز بزياده نسبة الدهون في جسمها بما يعادل 26 % من وزن الجسم مقابل 15 % لدى الرجال وهذا ما يقلل نسبيا من كثافة جسمها ويجعلها تطفو على سطح الماء افضل من الرجل.

فالجسم ذو الكتلة الصغيرة والحجم الكبير (أي ذو كثافة قليلة)، يكون احتمال طوافانه أكبر، بينما الشخص ذو الكتلة الكبيرة والحجم الصغير (أي ذو كثافة عالية) يكون احتمال طوافانه أقل.

ويمكننا ان نوضح ذلك من خلال المثال التالي:

- **شخص كتلة جسمه 80 كغ وحجم جسمه 84 لتر تكون كثافة جسمه 80/84 = 0.95**
  هذا يعني انه كثافته اقل من كثافة الماء (التي تساوي 1) هذا ما يجعله يطفو فوق سطح الماء.
- **شخص اخر كتلة جسمه تساوي 80 كغ أيضا لكن حجم جسمه يساوي 77 لتر تكون كثافة جسمه 80/77 = 1.04 هذا يعني انه كثافته أكبر من كثافة الماء (التي تساوي 1) هذا ما يجعله يغمر في الماء.**



إن كثافة الجسم البشري واحتمالية طوافانه تتحدد بكمية كل من: العظام، العضلات، الدهون والسعة الحيوية للرئتين والأنسجة الأخرى التي يتكون منها الجسم، لأن لكل واحدة من هذه المكونات لها كثافتها الخاصة كما هو مبين سالفا. فإن الجسم الذي تسيطر (تهيمن) العظام والعضلات على بنيته تكون غالبا كثافته عالية وإمكانية طوافانه تبقى ضئيلة ، و على العكس من ذلك ، فإن الجسم الذي تسيطر (تهيمن) على بنيته للدهون، تكون غالبا كثافته صغيرة وإمكانية طوافانه تكون كبيرة .

المقاومة

في حالة الديناميكية فإن السباح يواجه مقاومة تعيق تقدمه ، وتأتي سرعة السباح للأمام نتيجة لقوتين أحدهما تعمل على إعاقته وتسمى المقاومة RESISTANCE ،والأخرى تعمل على دفعه للأمام وتسمى القوة الدافعة propulsion و التي تنتج من حركة الرجلين والذراعين .

ولكي يسبح السباح بفاعلية فيجب عليه العمل على :

التقليل من المقاومة الى أقصى ما يمكن او زيادة قوة الدفع أو استعمال مركب من الاثنين معا.

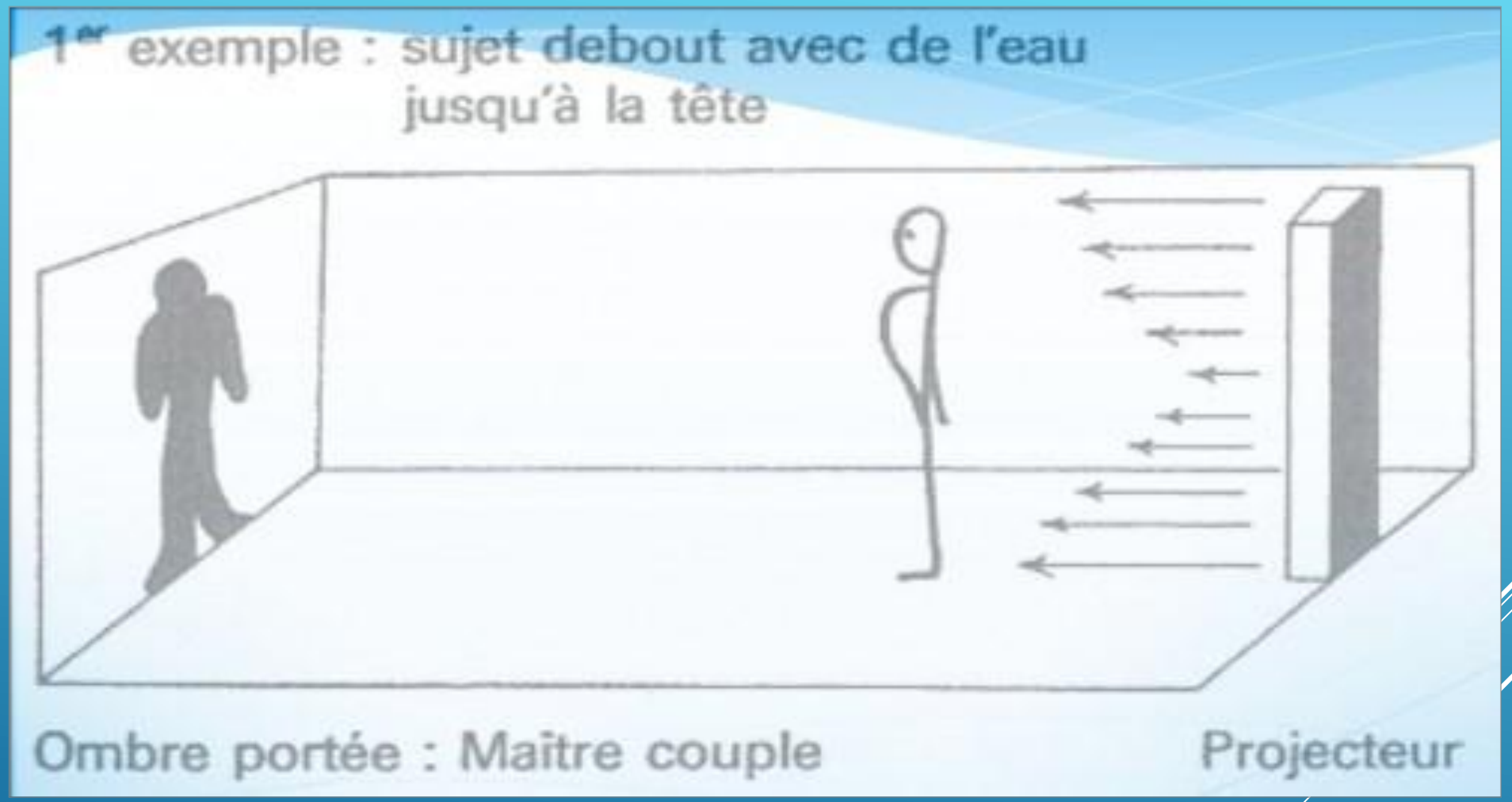
المقاومة تعني الاعاقة أو السحب باتجاه معاكس ضد شيء معين، وإحدى قواعد المقاومة هي أن تكون باتجاه معاكس للحركة. يواجه السباح في الماء ثلاثة مقاومات أو عوائق للجسم وتتمثل في:

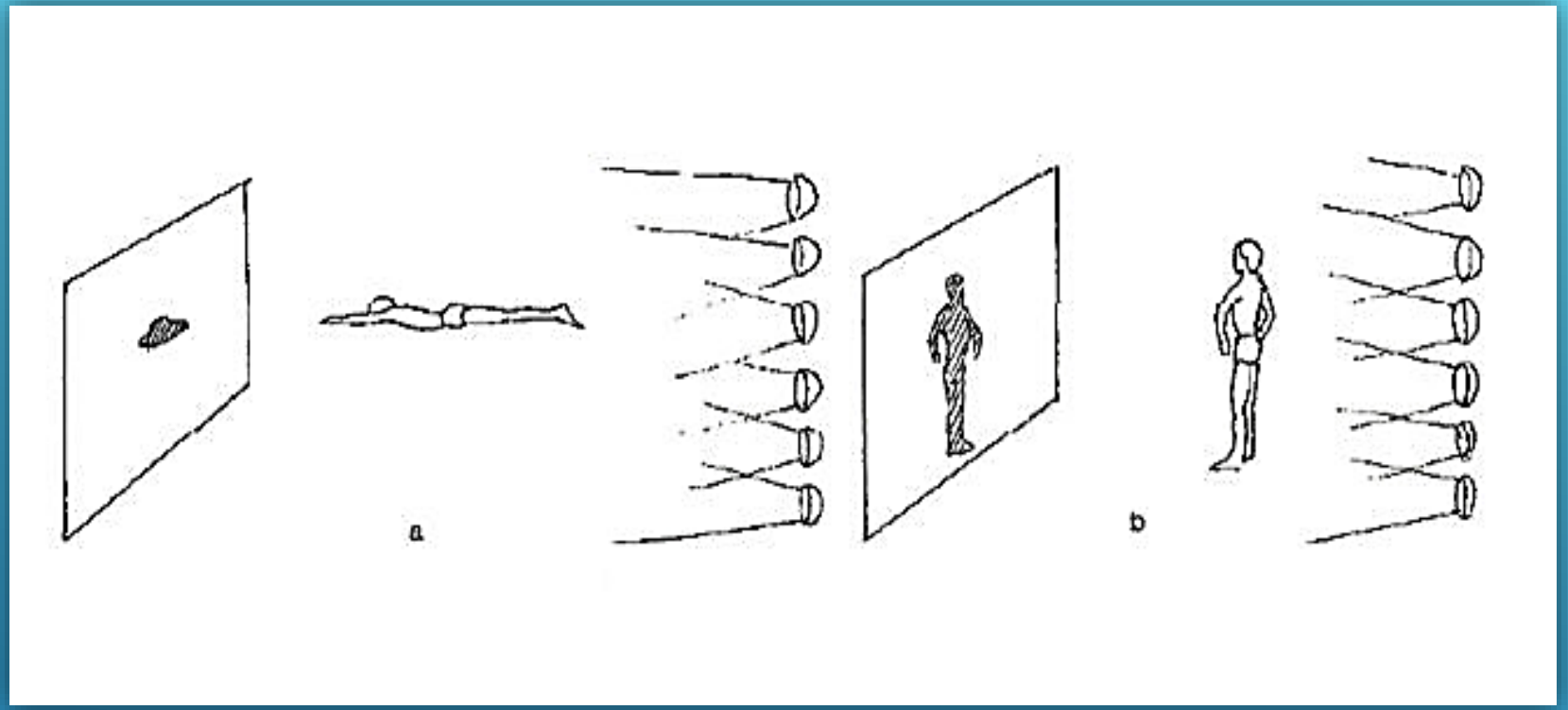
- المقاومة الأمامية
- مقاومة احتكاك:
- مقاومة الأمواج والدوامات-

1-المقاومة الأمامية

ان الحركة أو الانتقال في الماء يتطلب دفع الماء بمسار جانبي أو خلفي وهذا ينشئ فجوة بغرض انتقال جسم السباح. ان عملية دفع أو سحب الماء تتطلب جهدا يعتمد على كمية الماء المنتقل الى الخلف أو على كبر حجم الفجوة التي يجب احداثها داخل الماء لانتقال جسم السباح من نقطة الى أخرى يمكننا توضيح ذلك من خلال المثال التالي:

*اذا جربت الوقوف في حوض السباحة على ان يكون الماء بمستوى الرقبة و حاولت المشي الى الأمام فانك سوف تلاقي مقاومة أمامية أو اعاقة تواجهك أثناء المشي المتمثلة بالمـــاء و هذه المقاومة تتناسب طرديا مع المساحة السطحية للجسم maitre couple و حركتـــك سوف تنشئ فجوة كبيرة تناسب حجم المساحة السطحية لجسمك.


1er exemple : sujet debout avec de l'eau jusqu'à la tête
Ombre portée : Maître couple
Projecteur



الشكل رقم: يوضح المساحة ال
السطحية للجسم

maitre couple

عية الوقوف والانبطاح

مقاومة الاحتكاك:

ان مقاومة أو اعاقة الاحتكاك أثناء السباحة تنشأ نتيجة حركة جسم السباح بالماء، فان الاحتكاك الحاصل بين جسم السباح والماء يؤدي الى انتقال بعض جزئيات الماء على طول جسم السباح، التي تتصادم بعضها ببعض متفرقة باتجاهات عشوائية حتى تندمج مع الجزئيات المائية المتلاحمة مباشرة فتزيد من الدوامات الصغيرة التي تزيد من اعاقة السباح في الماء. وقد توصلت البحوث العلمية الى وسيلة تقلل من هذه المقاومة من خلال ارتداء بدلات مصنوعة من ألياف جلد سمك القرش تعمل على زيادة انزلاق جسم السباح وتقليل من مقاومة الاحتكاك. وهذا ما أثر ايجابيا على نتائج السباحين الذين ارتدو هذا النوع من البدلات. فضلا عن ذلك يعتقد بعض السباحين أن حلاقة شعر الجسم يقلل مقاومة الاحتكاك وقد يكون لذلك أثر نفسي فقط.

مقاومة الأمواج والدوامات:

تنشأ الأمواج والدوامات التي تحدث في الماء أثناء السباحة نتيجة الحركة والتنقل في الماء وتعيق السباح في تنقله وتقلل من فاعلية حركات الدفع، وتزداد هذه الأمواج والدوامات مع الأداء الفني السيء متمثلة في حركة الرأس إلى أعلى أو الأسفل إلى الجانبين، ووضع الجسم الغير انسيابي وغير مسطح وحركة الذراعين والرجلين والتنفس، ولتقليل هذه المقاومة يجب التقيد بالأداء الفني السليم ووضع الجسم الصحيح خلال مسافة السباق.

وتنشأ أيضا مقاومة الأمواج والدوامات في بعض المسابح نتيجة التصميم الخاطئ أو لعدم وجود الحبال الكاسرة للموج، التي يكون تأثيرها على جميع السباحين وخاصة سباحي الحارتين (الرواقين) الأولى والثامنة في المسابح التي تحتوي على ثمانية حارات لأن اصطدام الماء بالجدار يولد تيارات وأمواج معيقة للسباح ولهذا يجب التقيد بمعيار الاتحاد الدولي للسباحة في تصميم

والأكيد فقد أثبتت الدراسات الحديثة بأن المقاومة تزداد كلما ازدادت السرعة، هذا من جهة ومن جهة أخرى تختلف نسبة أنواع المقاومات مع ازدياد معدل السرعة.

- فبسرعة 0.5متر/ثا تتوزع نسب المقاومة على النحو التالي:
  - 57% لمقاومة الاحتكاك.
  - 29% للمقاومة الأمامية.
  - 14% لمقاومة الدوامات والأمواج
- وبسرعة 1متر/ثا:
  - تقل مقاومة الاحتكاك لتصل إلى نسبة 34%.
  - بينما تزداد المقاومة الأمامية لتصل إلى نسبة 33%.
  - وتزداد أيضا مقاومة الدوامات والأمواج لتصل إلى نسبة 33%.

المصـــادر:

1. **أسامة راتب.** على محمد زكي: الأسس العلمية للسباحة: تدريب، تخطيط، تحليل حركي. دار الفكر العربي 1998

2. **جمانة محمد عبد الحميد:** رياضة السباحة. دار البداية للنشر 2009

3 **صالح بشير سعد. ماهر احمد عاصي. مصطفى حميد الكروي.** الأسس العلمية لتعليم السباحة والتدرب عليها. دار زهران للنشر 1997.

04. **James Counsilman :** La natation. la technique 2eme ED, Edition Chiron sports1986
05.**Marvyn L, Palmer :** science de l'enseignement de la natation ; Traduit de L'anglais par
06.**S GlEISZE ET J-P Robin** : Edition vigot .Paris .2009.
07. **Didier chollet :** Natation sportive ; approche scientifique.2eme Ed. Edition vigot 1997.