سلم تصحيح مادة الطرائق السيزمية الانعكاسية (١) الفصل الاول للعام الدراسي 2025/2024

اجب عن الأسئلة التالية : توزع العلامة على الاقسام الرئيسية أو فرعية لكل سؤال.

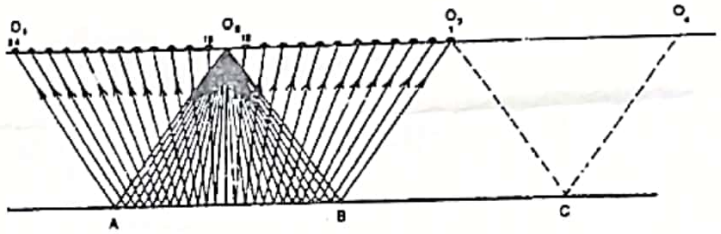
ج السؤال الأول: اشرح المفاهيم التالية موضحا بالرسم:.....(15 علامة) 5 درجات لكل مفهوم

١- التسجيل بطريقة التغطية الأحادية المستمرة ٢- توزع طاقة المنبع ٣- هوية اللاقط (f_0)

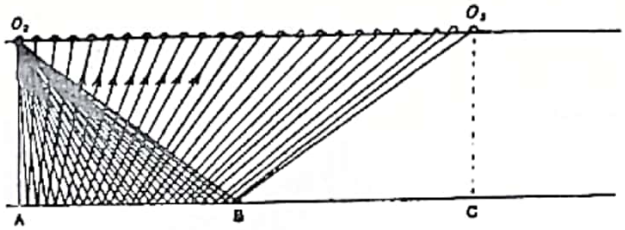
١. التسجيل بطريقة التغطية الأحادية المستمرة

للسطح الافقي: من اجل خط القياس الممتد من النقطة O_1 إلى O_3 تستخدم النقطة O_2 كمنبع للطاقة، وهذا يسمح بتغطية السطح العاكس بين النقطتين A و B؛ ومن ثم ينقل الكبل الممتد بين O_1 و O_2 إلى المنطقة الممتدة بين O_3 و O_4 ، منبع الطاقة عندها ستكون في النقطة O_3؛ وهذا يؤمن تغطية تحت سطحية بين B و C. مسارات الأشعة الموجية من المنبع O_3 هي عكس مسارات الأشعة من المجموعة الأولى من المنبع O_2، عندها تتم تغطية مستمرة على طول البروفيل. وغالبا لا تُفَعَّل اللواقط التي بجانب المنابع للتسجيل.أما التسجيل بالتغطية المستمرة وفق نظام الرصد الجانبي، فهو موضح في الشكل

الرصد المستمر للسطح الفاصل يسمح بالحصول على المعلومات التفصيلية عن البنية الجيولوجية للمنطقة؛ وتستخدم لاختبار المنطقة باتجاهات مختلفة أي بالشكل المساحي، في ابسط طرائق المسح المستمر عادةً ما تتوضع المنابع O_1 ، O_2 وهكذا على طول الخط القياس وعلى مسافات ثابتة بين بعضها البعض الشكل.



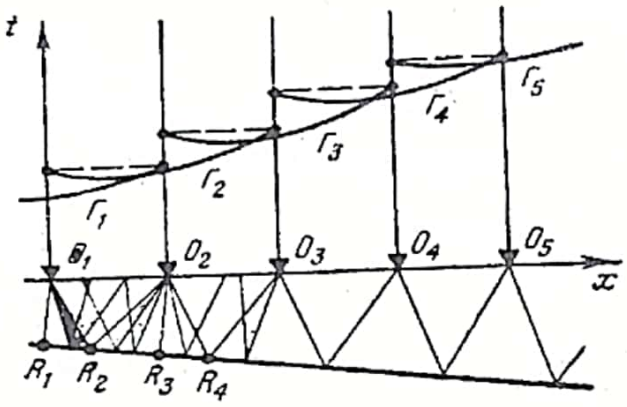
(a)



(b)

١ و للسطح المائل: عند التفجير في المنبع O_1 وانتشار اللواقط بالتتالي ضمن المسافة بين O_1 \ O_2، والتي تؤمن تسجيل الانعكاسات عن السطح العاكس للجزء بين R_1 و R_2 .وعند إجراء التفجير في المنبع O_2. وانتشار اللواقط بالتتالي ضمن المسافة بين O_1 O_2 و O_2 O_3، عندها يمكن الحصول على المعلومات من السطح العاكس للجزء المتوضع بين R_2 وR_3 ، R_3 و R_4 . وبالمتابعة إلى المنبع O_3 والرصد ضمن الفاصل المنبعي O_2 O_3 و O_3 O_4 ، فإنه يتم الحصول على المعلومات من السطح العاكس من النقطة R_4 وإلى اليمين وهكذا . مثل هذا النظام يسمح بالرصد المستمر للسطح العاكس على طول الرصد المختار الشكل.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



نظام الرصد المستمر البسيط يسمح بترابط أو بتطابق الأمواج المنعكسة ذات الصنف الواحد ،والناتجة من منابع في مواقع مختلفة. مثل هذه الحالة عندما يكون المنبع في النقطة O_1 واللاقط يقع في النقطة O_2 ،فإن زمن انتشار الأمواج على طول الشعاع $O_2\ R_2\ O_1$ يساوي زمن انتشار الأمواج على طول الشعاع $O_1\ R_2\ O_2$، وكأن التفجير في المنبع O_2 واللاقط في النقطة O_1 . النقاط O_1 و O_2 في مثل هذه الحالة من نظام الرصد تسمى نقاط الترابط. وأزواج النقاط O_2 و O_3، O_3وO_4 إلخ .. هي كذلك الأمر نقاط ترابط. من مقارنة زمن الانعكاس في نقاط الترابط يمكن أن يطابق الانعكاس هذا أو ذلك السطح العاكس.

٢– توزع طاقة المنبع : إن الطاقة المنبعثة من هزة موجة طولية درست من قبل Miller و Pursey (١٩٥٦) اللذين حسبا توزع هذه الطاقة فكانت على الشكل التالي: ٧ % أمواج طولية (متركزة في الاتجاه الأسفل)، ٢٦ % أمواج عرضية (تصدر بزاوية ٣٠° عن الشاقول)، و ٦٧ % أمواج سطحية. إن الطبقة القريبة من السطح هي التي تسبب بشكل رئيس تحول معظم طاقة الأمواج العرضية إلى طاقة أمواج سطحية. لذلك و بسبب النسبة الكبيرة لطاقة الأمواج السطحية يتم عادة توزيع مجموعات المنابع و اللواقط وفق أنظمة رصد مناسبة؛ وذلك للتخفيف من هذه الموجات. مجموعات اللواقط النشطة عادة لا تتوضع قرب الرجاجات، ولذلك فإن هناك فجوة منبعية واسعة (مسافة منبعية أي مسافة بين المنبع واللاقط، تزيد عادة عن ٣٠٠ م). باستعمال نظام الإزاحةلمجموعات اللواقط والتي تبعد مسافة عن المنبع الرجاج فإن مجال السعات المسجلة يكون أكثر صغرا، وهذا يسهل التحقق من الانعكاسات العميقة، والتي –لولا ذلك– يمكن أن تفقد عندما تتراكب على القطارات الموجية للانعكاسات القليلة العمق. و يمكن أن تحد من تسجيل الانعكاسات الضحلة القليلة العمق، وذلك باختيار فاصل منبعي كبير نسبيا و اختيار نظام رصد مناسب؛ و يمكن تجميع الطاقة السيزمي باستخدام عدة رجاجات (عادة ٣ أو ٤) وبأسلوب التكديس الشاقولي، بالإضافة إلى طول الرجة. المنابع تحرك بين الرجات وذلك لإخماد تأثير الأمواج السطحية بالتكديس.

الرجاجات كمنابع تنتج كثافة طاقة منخفضة، ونتيجة لذلك فإنها تستخدم في المدن والمناطق الأخرى التي يصعب فيها استخدام المتفجرات والمنابع الأخرى؛ والتي تسبب أضرارا كبيرة. إن نصف حجم الأعمال السيسمية المنفذة على اليابسة هذه الأيام، تستخدم الرجاجات كمنابع للطاقة. وبشكل عام إن الوزن الكبير للعربات الحاملة للرجاج تحد من استعمالاتها في بعض المناطق. إن آليات الوسائد الهوائية(بطريقة الحوامة التي تسير على مخدات هوائية)، يمكن أن تستخدم على طول مساحات المد المنبسطة والمناطق

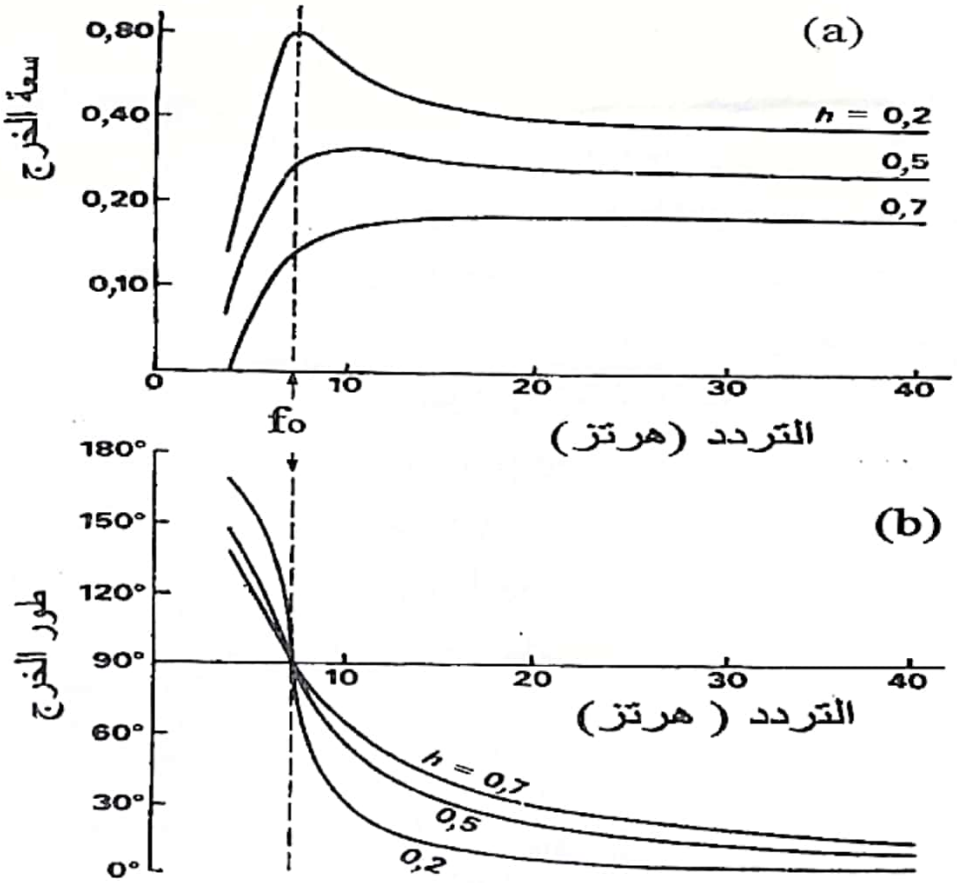
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الأخرى التي يقتصر فيها تطبيق قواعد الضغط الأرضي (الضغط على الأرض ضمن حمل معين)، ولجعل الآلية صالحة كرجاج سيزمي، فإن جريان الهواء يعدل من الرجة.

٣- هوية اللاقط (f_0): نموذجياً شكل إشارة خرج اللاقط تقريباً تكرر وتعيد شكل اهتزاز التربة، وهذا يتم بالاختيار الدقيق لقيمة عامل التخامد. فإن التخامد الضعيف يقود إلى ذبذبة الإشارة على خرج اللاقط عند الترددات الذاتية، والتخامد الكبير والسريع يقود إلى انخفاض الحساسية. ولكن التخامد يتم اختياره عادة تقريباً عند ٠.٧ من القيمة الحرجة، حيث لا تظهر الذبذبة على المواصفات السعوية – الترددية، والتي تكون عندها الإشارة الميكانيكية المؤثرة على شكل نبضة كما في الشكل حيث المنحني h=0.7. وعند تلك القيمة فإن المواصفات السعوية الترددية لتخامد اللاقط تكون عملياً مستوية عند ترددات أعلى من الترددات الذاتية.

عند اختيار عامل التخامد $h=0.7$ فإن القمة تختفي ويكون التخامد مثالاً،لأنه يؤمن تسجيل الإشارة السيسمية بأقل تشوه ممكن لها. أما عندما تزداد h عن هذه القيمة تقل الاستجابة للترددات المنخفضة وتقل حساسية اللاقط. إذاً من الواضح أن عامل تخامد اللاقط يلعب الدور الهام في تحديد مواصفات ونوعية اللاقط المطلوب وتحديد أدائه واختيار التردد الذاتي الطبيعي(f_0) كما في الشكل.

كما ويتم تحديد حساسية اللاقط للأغراض العملية من خلال العوامل (M,K,h) ضمن المعادلة f_0 أي من خلال نصف القطر، وعدد لفات الوشيعة و شدة الحقل المغناطيسي.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ج السؤال الثاني:.....(18 علامة)

اشرح بالتفصيل المجال الديناميكي وتضخيم الاشارة موضحا بالرسم.

المجال الديناميكي يحدد بنسبة السعة العظمى إلى السعة الصغرى للإشارة المسجلة. فكلما كان المجال الديناميكي أكبر كان تغير السعة للاهتزاز التشابهي ضمن المجال المضمون لتحويلها إلى تسجيل رقمي. حيث يقاس المجال الديناميكي بالديسيبل: الديسيبل هو وحدة قياس الطاقة أو السعة وتحدد بـ $20\log_{10}$ لنسبة السعة أو $10\log_{10}$ لنسبة الطاقة لدخل وخرج النظام حيث :

$$10\lg\frac{p_1}{p_2} = 10\lg(\frac{A_1}{A_2})^2 = 20\lg\frac{A_1}{A_2}$$

يستخدم الجيوفيزيائيون السيسميون عادة السعة {وحدة قياس مستوى الصوت لوغاريتمياً هي البل (b) وتصادف غالباً (db) ديسيبل والتي تساوي ٠.١ بل $[decibel = 0.1bel]$} على سبيل المثال، إذا تم تسجيل السعة في المجال من ١ حتى ١٠٢٤ وحدة سعة فإن المجال الديناميكي يحدد بـ :

$$20\lg\frac{A_{max}}{A_{min}} = 20\lg 1024 \approx 60\,db$$

يستخدم في الأجهزة الرقمية عادة وللسهولة النظام الثنائي، كل ثنائية تسمى بت(bit)، إذاً المجال الديناميكي ذو الـ ٦٠ ديسيبلاً يتطلب ١٠ بت حيث $1024 = 2^{10}$، وهو يحدد بعدد البت bit، $60/6 = 10bit$، حيث $[20\lg\frac{2}{1} = 6db]$ و هذا يعني أن كل بت يعادل ٦ ديسيبل. يبين الشكل(٧-٥) مخططاً يوضح ميزات النظام الرقمي.

المجال الديناميكي ذو ٨٤ ديسيبلاً يطابق نسبة السعة 2^{14} بت، فإن زيادة البت للنظام يزيد من المجال الديناميكي. إذاً:

١ - زيادة الإشارة إلى ٦ ديسيبل تقود إلى ضعف السعة

وعند زيادة الإشارة إلى ١٢ ديسيبلاً تقود إلى زيادة السعة بمقدار ٤ مرات

وعند زيادة الإشارة إلى ١٨ ديسيبلاً تقود إلى زيادة السعة بمقدار ٨ مرات

٢- بزيادة الإشارة إلى ٢٠ ديسيبلاً السعة تزيد بمقدار ١٠ مرات أي رتبة واحدة

بزيادة الإشارة إلى ٤٠ ديسيبلاً السعة تزيد بمقدار ١٠٠ مرة أي رتبتين

بزيادة الإشارة إلى ٦٠ ديسيبلاً السعة تزيد بمقدار ١٠٠٠ مرة أي ٣ رتب

بزيادة الإشارة إلى ٨٠ ديسيبلاً السعة تزيد بمقدار ١٠٠٠٠ مرة أي ٤ رتب

بزيادة الإشارة إلى ١٠٠ ديسيبل السعة تزيد بمقدار ١٠٠٠٠٠ مرة أي ٥ رتب

بزيادة الإشارة إلى ١٢٠ ديسيبلاً السعة تزيد بمقدار ١٠٠٠٠٠٠ مرة أي ٦ رتب

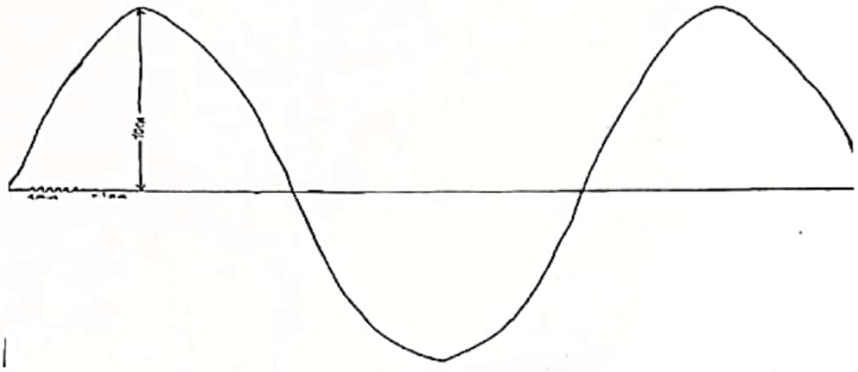
بزيادة الإشارة إلى ١٤٠ ديسيبلاً السعة تزيد بمقدار ١٠٠٠٠٠٠٠ مرة أي ٧ رتب ومنه :

$20\lg_{10} A = B \Rightarrow A = 10^{\frac{B}{20}}$ مثال ذلك

$20\lg_{10} 1000 = 60 \Rightarrow 1000 = 10^{\frac{60}{20}}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

إذا كان لدينا تضخيم بمقدار ١٠٠ ديسيبل فإن الإشارة الداخلة ذات الجهد ٥ ميكروفولت تظهر على الخرج بمقدار ٠.٥ فولت، أي تكبر ١٠٠٠٠٠ مرة (١٠٠ ديسيبل) والـ ١٢٠ ديسيبلاً تصبح ٥ فولت أي تكبر مليون مرة. للتوضيح أكثر نورد مثال المجال الديناميكي لعين الإنسان والذي يساوي إلى ٦٠ ديسيبلاً. حيث يمكن أن نرى و نميز إشارتين بوقت واحد اكبر إشارة ذات مطال ١٠٠ مم واصغر إشارة ذات مطال ٠.١ مم مرسومة على ورقة عادية وتبعد ٣٠سم عن العين، وهو التقدير النموذجي لإمكانية الإنسان الشكل.



الشكل المجال الديناميكي لعين الإنسان Eye dynamic range

ج السؤال الثالث:.....(17علامة)

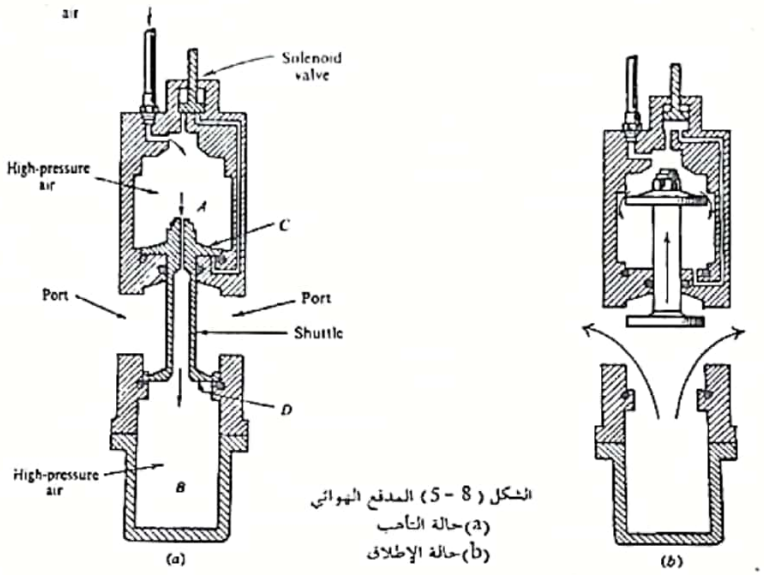
اشرح بالتفصيل عمل المدفع الهوائي، موضحا بالرسم.

المدفع الهوائي (Air gun)

المدفع الهوائي :هو منبع للطاقة السيسمية في المياه وهو المنبع البحري الأكثر شيوعا، حيث إنه أداة تطلق هواء ذا ضغط عالٍ جداً ضمن الماء، يتم استخدام الضغوط العالية حتى ١٠٠٠٠ أي(٧٠ Mpa) على الرغم من أن الضغوط الأكثر شيوعا هي ٢٠٠٠ ضغط جوي (psi-pound per square inch) أي (١٤ Mpa) . يبين الشكل المدفع الهوائي وهو في وضع التأهب حيث إنه جاهز للإطلاق، إن الحجرتين A و B مملوءتان بهواء ذي ضغط عالٍ، يدخل الهواء إلى الحجرة العلوية A عبر المنفذ الموجود في أعلى ويسار الحجرة، وينتقل إلى الحجرة السفلية B من خلال فتحة محورية موجودة في الذراع الذي يربط بين المكبسين العلوي والسفلي، المكبس العلوي (مكبس الإطلاق) يوجد في الحجرة العلوية، و المكبس السفلي (مكبس التفجير) يوجد في الحجرة السفلية، (إن الجناح العلوي C أكبر من الجناح السفلي D، لذلك فإن محصلة القوى تؤدي إلى تحريك المكبسين باتجاه الأسفل). عند لحظة إطلاق المدفع فإن الصمام الموجود في قمة المدفع (صمام بملف لولبي) يقوم بفتح صمام يسمح للهواء ذي الضغط العالي بالوصول إلى اسفل المكبس C عن طريق أنبوب على يمين المكبس، وبالتالي يختل التوازن الحرج للنظام وتتحرك المجموعة باتجاه الأعلى بسرعة كبيرة، وبالتالي ينطلق الهواء المحصور في الحجرة السفلية بصورة مفاجئة ضمن المياه مولداً فقاعة غازية شبيهة بتلك المولدة عن طريق تفجير الديناميت. على أية حال، و بسبب كون الطاقة أصغر فإن ترددات الذبذبة يكون ضمن مجال الترددات السيسمية، ولذلك يمتلك تأثير إطالة النبضة الأولية (بدلا من توليد نبضات جديدة كما في حالة الديناميت). إن حركة الذراع نحو الأعلى تتوقف قبل اصطدامها بأعلى الحجرة A، وذلك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لأن القوة تتناقص بسرعة باتجاه الأعلى عند دخول الهواء إلى الماء، و كذلك تزداد قوة الهواء باتجاه الأسفل، في الحجرة العلوية، عندئذ فإن الذراع (shuttle) تعود إلى وضع التأهب، وتملأ الحجرة السفلية بالهواء ثانية. إن التفجير الذي يحرر الهواء يحدث خلال ١ – ٤ ميلي ثانية، بينما دورة الإطلاق الكلية تتطلب ٢٥-٤٠ ميلي ثانية. إن الأنواع الأخرى من المدافع الهوائية تعمل بشكل أساس بالطريقة.



الشكل (8 – 5) المدفع الهوائي
(a)حالة التأهب
(b)حالة الإطلاق

يتذبذب شكل الموجة الذي ينتج عن إطلاقها من مدفع هوائي وحيد بسبب تأثير الفقاعة . إن أمواج الشبح المتأخرة المنعكسة عن سطح الماء تملك قطبية معاكسة وسعة إشارة قابلة للمقارنة مع تلك المتولدة عن المدفع الهوائي نفسه؛ وهي المسؤولة عن نصف الدور الثاني للإشارة السيسمية. عند ضغط الهواء نفسه فإن خرج الطاقة للمدفع الهوائي يتناسب مع جداء الحجم والضغط، وعادة يؤخذ حجمه على أساس حجم حجرته السفلية، وتتدرج أحجام المدافع الهوائية عادة من (١٠- ٢٠٠٠)بوصة مكعبة أي بين (٠.١٦ – ٣٣) لتراً. ويمكن أن تستخدم عدة مدافع (غالبا ستة أو سبعة) مع بعضها البعض ضمن مجموعة؛ بحيث يتم إطلاقها في اللحظة الزمنية نفسها. وبذلك فإن القوة الدافعة الابتدائية تتداخل بشكل بنّاء، في حين أن نبضات الفقاعة اللاحقة تتداخل بشكل هدّام، شكل النبضة السيسمية الناتجة.إن طاقة كل مدفع هوائي تكون مختلفة عن المدافع الأخرى، وبالتالي فإن دور الفقاعة الغازية يكون أيضا مختلفا، وبالتالي وعند جمع الإشارة الناتجة من المجموعة، فإن الإشارة الابتدائية لكل منها تدعم بعضها من أجل الحصول على إشارة جيدة؛ بينما يؤدي الجمع الناتج من مجموعة تفجيرات إلى تخفيف سعة الإشارات اللاحقة بسبب وصولها في أزمنة مختلفة في كل حالة.

يتأثر عمل المدفع الهوائي بالمدافع الهوائية المجاورة ما لم يكن التباعد بين المدافع أكبر من طول الموجة، وهذا يعني أن يكون أكبر من ١٠ م في حالة التردد ١٥٠ هرتزاً. على كل حال فإن التأثير يمكن أن يُحسب ويؤخذ بالحسبان، ولذلك يمكن أن يباعد بين العناصر بدقة عالية.

إن الهيدروفون الذي يقع على بعد ١ م من كل مدفع يمكن أن يقيس حقل الضغط، وهذا يسمح بحساب مركبة الحقل البعيدة. إن مراقبة حقل الضغط تسمح باتخاذ القرارات المناسبة في حالة تغير الظروف، مثل تعطل المدفع الهوائي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ج السؤال الرابع : .....(10 علامة)

اشرح ما هو هدف الاستكشاف بالأمواج العرضية.

هدف الاستكشاف بالأمواج العرضية

تتم جميع الاستكشافات السيسمية تقريباً باستخدام الأمواج الطولية، حيث كان الافتراض السائد هو أن الأمواج الطولية هي الوحيدة المستخدمة في الدراسات السيسمية وأن طاقة الأمواج العرضية الموجودة تساهم في الضجيج فقط. وفي كل الأحوال إن تحول الأمواج الطولية عند السطوح الفاصلة إلى أمواج طولية وعرضية يعني أن الأمواج العرضية ستكون حتماً ضمن عمليات الرصد السيسمية حتى ولو حاولنا تخطيها.

وبشكل عام إن الأمواج الطولية لها الأفضلية على الأمواج العرضية فهي أولاً سهلة التوليد، و ثانياً وجود نمط وحيد من هذه الأمواج، وثالثاً تنتشر بسرعة أكبر من غيرها، و رابعاً لسهولة تفسيرها.

ولكن الموجة العرضية أيضا لها ميزات وهي :

١- تعتمد سرعة الموجة العرضية على خواص مختلفة عن تلك للموجة الطولية μ مقابل ($\lambda+2\mu$) كما في المعادلات التالية $V_P=\left(\frac{\lambda+2\mu}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$ و $V_S=\left(\frac{\mu}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$.

٢- للموجة العرضية مركبتان SH+SV وكلتاهما ذات تعقيد وميزات كامنة وممكنة، وبالتالي تحمل الموجة العرضية معلومات مختلفة عن تلك التي تحملها من الموجة الطولية .

إذا ما تم قياس سرعتي الموجتين، الموجة العرضية والطولية؛ عندئذ يكون لدينا مصدر معلومات إضافي عن ما تحت السطح . وهذه المعلومات تشير إلى الليتولوجيا، وتشير إلى المائع الموجود ضمن مسامات الصخر. معامل الجز أو(المعامل القصي) μ هو الأكثر أهمية في الدراسات الهندسية؛ لأنه يتعلق بقابلية الأرض لحمل الأبنية والمنشآت. تلعب المعاملات القصية على طول سطح الفالق دوراً في إمكانية توقع الزلازل.

النمط SV يتضمن حركة الموجة في المستوي العمودي الذي يحتوي على مسار الشعاع، بينما النمط SH يتضمن الحركة الأفقية. ميزات الأمواج العرضية ذات المركبة الشاقولية SV حصل عليه تحويل عند السطوح الفاصلة القريبة من الأفقية بينما الأمواج العرضية ذات المركبة الأفقية SH فلم يحصل عليها تحويل.

إن استخدام الأمواج العرضية وميزاتها الكامنة في عمليات الاستكشاف مازالت قيد التطور، حيث يبذل كثير من الجهود والمساعي لتطوير تقنيات هذه الأمواج، ولكن حتى الآن لم تصل بعد إلى المستوى المطلوب.

ج السؤال الخامس : .....(10 علامة)

عدد طرائق تحديد الموقع في البحر واشرح الطريقة الامثل والمعتمدة عالميا.

١. تحديد الموقع راديويا ٢. تحديد الموقع عن طريق الأقمار الصنعية السيارة.

٣. النظام العالمي لتحديد الموقع (Global Positioning System GPS)

٤. التحديد بالأمواج الصوتية وقصورها ٥. نظام دوبلر للقياس بالصدى

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الطريقة الامثل هي النظام العالمي لتحديد الموقع (Global Positioning System GPS)

يتألف هذا النظام من ٢١ إلى ٢٤ تابعا صنعيا على ارتفاعات ٢٢٢٠٠ كم، ويتم تشغيلها من قبل حكومة الولايات المتحدة، حيث تسمح بتحديد خط العرض وخط الطول والارتفاع. يستخدم النظام ذو الـ ٢٥ تابعا صنعيا منذ عام ١٩٩٤ بشكل واسع في تحديد الموقع للأغراض الجيوفيزيائية في البيئة البحرية. كما استخدم أيضا لتعيين مواقع المحطات على اليابسة. هناك أربعة توابع على مسافات متساوية في كل ستة مستويات مدارية والتي تصنع مع المستوي الاستوائي للأرض زوايا ٥٥ °، ويدور كل تابع حول الأرض في حوالي ١٢ ساعة.

يحتوي كل تابع على أربع ساعات ذرية تسمح بالضبط الفائق للزمن، كما أن الاضطرابات في مدارات التوابع يتم رصدها بواسطة محطات في مناطق متعددة من الولايات المتحدة الأمريكية، وبعض المحطات يساعد التوابع بالحفاظ على مواقعها المناسبة وعلى تزامن الدوران. يبث كل تابع على الترددات المحمولة ١٥٧٥.٤٢(L1) و ١٢٢٧.٦ (L2) ميغاهرتز. إن المعلومات ذات الـ ٥٠ هرتزاً تتراكب على حوامل من خلال انزياح في الطور من نمط ثنائي الطور، وذلك باستخدام (+٩٠°) للإشارة إلى واحد و(− ٩٠°) للإشارة إلى الصفر. المعلومات المتراكبة تتضمن كلمة السر (التسليم) والتي تجيز تزامن زمن المستخدم مع زمن التابع الصنعي، والتي تعطي مواقع الأقمار لمدة ١٨ يوماً قادماً، وعوامل التصحيح لشواذ التروبوسفير، ومعلومات أخرى. المعلومات التي تبث من الأقمار كل على حدة قابلة للتمييز، لأن هناك برنامجاً لبث المعلومات وفق فواصل زمنية مختلفة تصل بعد كلمة التسليم. وهناك نمطان من التشفير يستخدمان في هذا المجال، نمط التشفير P وهو المستخدم للأغراض العسكرية والذي يعطي دقة عالية تفوق تلك الأنماط المستخدمة للأغراض المدنية.

يمكن استخدام عدة أنماط من المستقبلات، ومنها تلك المحمولة باليد، ويتم تحديد موقع المستخدِم من خلال الحل المتزامن المشترك لمجال المعلومات الذي تقدمه أربعة توابع. وعلى المستقبِل أن يتحرى من بين جميع إشارات التوابع عن الإشارات الواضحة في أي وقت، والتي يمكن أن تقدم أفضل معلومات عن الموقع. ثلاثة توابع بالإضافة إلى المستخدِم يمكن أن يشكلوا رباعي سطوح، وتكون المعلومات أكثر دقة كلما كان حجم رباعي السطوح أكبر. التحري عن التابع الرابع ضروري لمعايرة الاختلافات في الأنظمة الزمنية لكل من المستخدم والتابع. إذا كان لدى المستخدم معلومات أولية حول التوابع التي يمكن أن تعطي معلومات أفضل، فعليه البحث عن إشارات من هذه التوابع، فهذا يساهم في تحديد الموقع بسرعة.

يسمح نظام GPS بتوفير أنماط أخرى من القياس، إضافة لما ذكر أعلاه. اختلاف الطور بين إشارات التابع والمستقبل يمكن أن يستفاد منه في الحصول على الاختلافات في الإحداثيات بين المحطات المتعاقبة. انزياح تردد دوبلر يمكن أن يتم قياسه لتحديد المواقع بالأسلوب المتبع نفسه في طريقة التوابع السيارة. إن استخدام ترددين يسمح بإجراء التصحيحات من الانكسار ضمن الأينوسفير و الأتموسفير. تغير القيم المقيسة بالـ GPS (التفاضل بين القيم) وذلك بأخذ القراءات من محطات ثانية ثابتة تفصلها مسافة ٥٠٠ كم يستفاد منها في التخلص من الاضطرابات قصيرة الدور للتابع. يحدد GPS للاستخدامات الجيوفيزيائية بدقة تمييز عالية تتراوح من ٢ — ٥ م. تعتمد الدقة في الحصول على القياسات على طريقة الاستخدام

انتهى سلم الاسئلة

د. نضال شقير

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner